

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kazuyasu OHASHI

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: COMPACT ZOOM LENS SYSTEM AND DIGITAL CAMERA USING THE COMPACT ZOOM LENS SYSTEM

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):  
Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

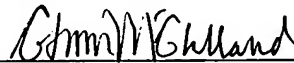
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-320584	November 1, 2002
Japan	2003-022254	January 30, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 1 月    1 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 2 0 5 8 4  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 2 0 5 8 4 ]

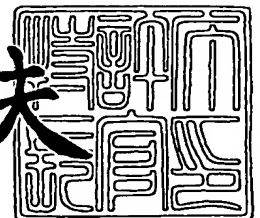
出      願      人                      株 式 会 社 リ コ ー  
Applicant(s):




2 0 0 3 年    9 月 2 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 8 2 3 6



【書類名】 特許願

【整理番号】 0206364

【提出日】 平成14年11月 1日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G02B 15/163  
G02B 15/20

【発明の名称】 ズームレンズ、カメラおよび携帯情報端末装置

【請求項の数】 11

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

    【氏名】 大橋 和泰

【特許出願人】

    【識別番号】 000006747

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

    【氏名又は名称】 株式会社 リコー

    【代表者】 桜井 正光

【代理人】

    【識別番号】 100082636

    【住所又は居所】 東京都港区赤坂 6 丁目 4 番 1 7 号 赤坂コーポ 3 0 6 号

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 真田 修治

    【電話番号】 03(3586)6969

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 007113

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1



【包括委任状番号】 9808725

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズ、カメラおよび携帯情報端末装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第 1 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 2 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 3 群光学系とを配置し、且つ前記第 2 群光学系の物体側に該第 2 群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第 2 群光学系と前記第 3 群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第 1 群光学系～前記第 3 群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第 2 群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる 3 群 4 枚構成の光学系からなり、

そして、前記第 2 群光学系の前記負メニスカスレンズの屈折率を  $N_{22}$ 、前記負メニスカスレンズに接合された前記正メニスカスレンズの屈折率を  $N_{23}$  として、

条件式：

$$0.15 < (N_{22} - N_{23}) < 0.40$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】 前記第 2 群光学系における前記負メニスカスレンズのアッベ数を  $\nu_{22}$ 、該負メニスカスレンズに接合された前記正メニスカスレンズのアッベ数を  $\nu_{23}$  として、

条件式：

$$25 < (\nu_{23} - \nu_{22}) < 50$$

を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】 前記第 2 群光学系における最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径を  $r_{21F}$ 、前記第 2 群光学系における前記負メニスカスレンズの物

体側面の曲率半径を  $r_{22F}$ 、前記第 2 群光学系における前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率半径を  $r_{22R}$  とし、そして、最大像高を  $Y'$  として、

条件式:

$$1.40$$

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

$$< 2.20$$

を満足することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】 前記第 2 群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点から該第 2 群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の頂点までの距離を  $L_{PN}$ 、前記第 2 群光学系の光軸方向についての厚みを  $L_2$  として、

条件式:

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のうちのいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】 前記第 2 群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、前記第 2 群光学系の全ての面の中で最も大きいことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 のうちのいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】 前記第 2 群光学系の最も物体側の面と最も像側の面が非球面であることを特徴とする請求項 3 ~ 請求項 5 のうちのいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】 物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第 1 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 2 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 3 群光学系とを配置し、且つ前記第 2 群光学系の物体側に該第 2 群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第 2 群光学系と前記第 3 群光学系との間隔が

漸次大きくなるように、前記第 1 群光学系～前記第 3 群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第 2 群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる 3 群 4 枚構成の光学系からなり、

そして、前記第 2 群光学系における最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径を  $r_{21F}$ 、前記第 2 群光学系における前記負メニスカスレンズの物体側面の曲率半径を  $r_{22F}$ 、前記第 2 群光学系における前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率半径を  $r_{22R}$  とし、そして、最大像高を  $Y'$  として、

条件式：

1. 40

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

< 2. 20

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 8】 物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第 1 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 2 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 3 群光学系とを配置し、且つ前記第 2 群光学系の物体側に該第 2 群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第 2 群光学系と前記第 3 群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第 1 群光学系～前記第 3 群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第 2 群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる 3 群 4 枚構成の光学系からなり、

そして、前記第 2 群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点から該第

2 群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の頂点までの距離を  $L_{PN}$ 、前記第 2 群光学系の光軸方向についての厚みを  $L_2$  とし、

条件式:

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 9】 物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第 1 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 2 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 3 群光学系とを配置し、且つ前記第 2 群光学系の物体側に該第 2 群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第 2 群光学系と前記第 3 群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第 1 群光学系～前記第 3 群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第 2 群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる 3 群 4 枚構成の光学系からなり、

そして、前記第 2 群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、前記第 2 群光学系の全ての面の中で最も大きいことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 10】 撮影用光学系として、請求項 1～請求項 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを含むことを特徴とするカメラ。

【請求項 11】 カメラ機能部の撮影用光学系として、請求項 1～請求項 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを含むことを特徴とする携帯情報端末装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、いわゆる銀塩カメラを含む各種のカメラに撮影用光学系として用いられるズームレンズの改良に係り、特に、デジタルカメラおよびビデオカメラ等のカメラに好適なズームレンズ、並びにそのようなズームレンズを用いるカメラおよび携帯情報端末装置に関するものである。

## 【0002】

### 【従来の技術】

近年、銀塩フィルムを用いる在来のカメラ、すなわち銀塩カメラに代わって、デジタルカメラまたは電子カメラ等と称され、被写体像を、例えばCCD（電荷結合素子）撮像素子等の固体撮像素子により撮像し、被写体の静止画像（ステイル画像）または動画像（ムービー画像）の画像データを得て、フラッシュメモリに代表される不揮発性半導体メモリ等にデジタル的に記録するタイプのカメラが急速に普及しつつある。

このようなデジタルカメラの市場は非常に大きなものとなっており、デジタルカメラに対するユーザの要望も多岐にわたってきている。特に、高画質化と小型化は、カメラにおいては、常にユーザの欲するところであり、大きなウェイトを占めている。それ故、撮影レンズとして用いるズームレンズにも、高性能化と小型化の両立が求められる。

## 【0003】

ここで、小型化という面では、まず、レンズ全長（最も物体側のレンズ面から像面までの距離）を短縮することが必要である。さらに、高性能化という面では、全ズーム域にわたって、少なくとも、300万～600万画素の撮像素子に対応した解像力を有することが必要である。

また、撮影レンズの広画角化を望むユーザも多く、ズームレンズの短焦点端の半画角は38度以上であることが望ましい。半画角38度は、35mm銀塩フィルム（いわゆるライカ版）を用いるカメラに換算した焦点距離で28mmに相当する。

## 【0004】

デジタルカメラの撮影レンズに用い得るズームレンズとしては、多くの種類が考えられるが、小型化に適するタイプのズームレンズとして、物体側より順次

、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配列して設け、且つ前記第2群光学系の物体側にその第2群光学系と一体に移動する絞りを有してなるとともに、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第2群光学系が像側から物体側へと単調に移動し、且つ前記第1群光学系が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動するものがある。このようなタイプのズームレンズとしては、例えば、特許文献1、特許文献2および特許文献3等の開示されている。

**【0005】****【特許文献1】**

特開平10-39214号公報

**【特許文献2】**

特開平10-104518号公報

**【特許文献3】**

特開2001-296476号公報

**【0006】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、特許文献1に示されたものは、上述したタイプのズームレンズとして最も早い時期に出願されたものであり、上述したタイプのズームレンズの基本的な構成は全て開示されているが、小型化という面では十分な構成を有してはいない。また、特許文献2に開示された構成は、接合レンズを使用して組み付け時の偏心発生に考慮したものとなっているが、十分な収差補正が行われておらず、300万～600万画素の撮像素子に対応することができる性能を有していない。そして、特許文献3に開示されたものは、比較的小型であり、また、像性能は先に述べたものよりも良好であるが、半画角は33度程度に止まっており、広角化という面ではまだ充分とはいえない。

**【0007】**

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系とを少なくとも配置し、且つ前記第2群光学系と一体に移動する絞りを有して、短焦点端から長

焦点端への変倍に際して、前記第 2 群光学系は、像側から物体側へと単調に移動し、前記第 1 群光学系は、変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動する構成を用いて、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、十分な解像力を有するズームレンズ、カメラおよび携帯情報端末装置を提供することを目的としている。

すなわち、本発明の請求項 1 の目的は、特に、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、3 0 0 万～6 0 0 万画素の撮像素子に対応する解像力を得ることを可能とするズームレンズを提供することにある。

また、本発明の請求項 2 の目的は、特に、色収差をより良好に補正して、さらに高性能とすることを可能とするズームレンズを提供することにある。

#### 【0 0 0 8】

本発明の請求項 3 の目的は、特に、主として像面湾曲をさらに良好に補正して、一層高性能とすることを可能とするズームレンズを提供することにある。

本発明の請求項 4 の目的は、特に、球面収差、非点収差およびコマ収差をさらに良好に補正して、一層高性能とすることを可能とするズームレンズを提供することにある。

本発明の請求項 5 の目的は、特に、単色収差と色収差とのバランスをとり、一層高性能化することを可能とするズームレンズを提供することにある。

本発明の請求項 6 の目的は、特に、主として単色収差をさらに良好に補正して、一層高性能とすることを可能とするズームレンズを提供することにある。

本発明の請求項 7 の目的は、特に、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、主として像面湾曲を良好に補正して、3 0 0 万～6 0 0 万画素の撮像素子に対応する解像力を得ることを可能とするズームレンズを提供することにある。

#### 【0 0 0 9】

本発明の請求項 8 の目的は、特に、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、球面収差、非点収差およびコマ収差を良好に補正して、3 0 0 万～6 0 0 万画素の撮像素子に対応する解像力を得ることを可能とするズームレンズを提供することにある。

本発明の請求項 9 の目的は、特に、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、単色収差と色収差とのバランスが良好で、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得ることを可能とするズームレンズを提供することにある。

そして、本発明の請求項 10 の目的は、特に、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得るズームレンズを撮影光学系として使用して、小型で且つ高画質を得ることを可能とするカメラを提供することにある。

また、本発明の請求項 11 の目的は、特に、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得るズームレンズをカメラ機能部の撮影光学系として使用して、小型で且つ高画質を得ることを可能とする携帯情報端末装置を提供することにある。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載した本発明に係るズームレンズは、上述した目的を達成するために、

物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第 1 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 2 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 3 群光学系とを配置し、且つ前記第 2 群光学系の物体側に該第 2 群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第 2 群光学系と前記第 3 群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第 1 群光学系～前記第 3 群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第 2 群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる 3 群 4 枚構成の光学系からなり、

そして、前記第 2 群光学系の前記負メニスカスレンズの屈折率を  $N_{22}$ 、前記負メニスカスレンズに接合された前記正メニスカスレンズの屈折率を  $N_{23}$  とし



て、

条件式:

$$0.15 < (N_{22} - N_{23}) < 0.40$$

を満足することを特徴としている。

【0011】

請求項2に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項1のズームレンズであって、

前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズのアッベ数を $\nu_{22}$ 、該負メニスカスレンズに接合された前記正メニスカスレンズのアッベ数を $\nu_{23}$ として、

条件式:

$$25 < (\nu_{23} - \nu_{22}) < 50$$

を満足することを特徴としている。

【0012】

請求項3に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項1または請求項2のズームレンズであって、

前記第2群光学系における最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径を $r_{21F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズの物体側面の曲率半径を $r_{22F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率半径を $r_{22R}$ とし、そして、最大像高を $Y'$ として、

条件式:

$$1.40$$

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

$$< 2.20$$

を満足することを特徴としている。

【0013】

請求項4に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項1～請求項3のうちのいずれか1項のズームレンズであって、

前記第2群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点から該第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の頂点までの距離を $L_{PN}$ 、前記第2群光学系の光軸方向についての厚みを $L_2$ として、

条件式:

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

を満足することを特徴としている。

#### 【0014】

請求項5に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項1～請求項4のうちのいずれか1項のズームレンズであって、

前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、前記第2群光学系の全ての面の中で最も大きいことを特徴としている。

請求項6に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項1～請求項5のうちのいずれか1項のズームレンズであって、

前記第2群光学系の最も物体側の面と最も像側の面が非球面であることを特徴としている。

#### 【0015】

請求項7に記載した本発明に係るズームレンズは、上述した目的を達成するために、

物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光

学系からなり、

そして、前記第2群光学系における最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径を  $r_{21F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズの物体側面の曲率半径を  $r_{22F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率半径を  $r_{22R}$  とし、そして、最大像高を  $Y'$  として、

条件式：

$$1.40$$

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

$$< 2.20$$

を満足することを特徴としている。

【0016】

請求項8に記載した本発明に係るズームレンズは、上述した目的を達成するために、

物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光学系からなり、

そして、前記第2群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点から該第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の頂点までの距離を  $L_{PN}$ 、前記第2群光学系の光軸方向についての厚みを  $L_2$  として、

条件式:

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

を満足することを特徴としている。

#### 【0017】

請求項 9 に記載した本発明に係るズームレンズは、上述した目的を達成するために、

物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第 1 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 2 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 3 群光学系とを配置し、且つ前記第 2 群光学系の物体側に該第 2 群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第 2 群光学系と前記第 3 群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第 1 群光学系～前記第 3 群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第 2 群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる 3 群 4 枚構成の光学系からなり、

そして、前記第 2 群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、前記第 2 群光学系の全ての面の中で最も大きいことを特徴としている。

#### 【0018】

請求項 10 に記載した本発明に係るカメラは、上述した目的を達成するために、撮影用光学系として、請求項 1～請求項 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを含むことを特徴としている。

請求項 11 に記載した本発明に係る携帯情報端末装置は、上述した目的を達成するために、カメラ機能部の撮影用光学系として、請求項 1～請求項 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを含むことを特徴としている。

#### 【0019】

【作用】

すなわち、本発明の請求項 1 によるズームレンズは、

物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第 1 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 2 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 3 群光学系とを配置し、且つ前記第 2 群光学系の物体側に該第 2 群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第 2 群光学系と前記第 3 群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第 1 群光学系～前記第 3 群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第 2 群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる 3 群 4 枚構成の光学系からなり、

そして、前記第 2 群光学系の前記負メニスカスレンズの屈折率を  $N_{22}$ 、前記負メニスカスレンズに接合された前記正メニスカスレンズの屈折率を  $N_{23}$  とし、

条件式：

$$0.15 < (N_{22} - N_{23}) < 0.40$$

を満足する。

#### 【0020】

このような構成により、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第 1 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 2 群光学系とを少なくとも配置し、且つ前記第 2 群光学系と一体に移動する絞りを有して、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第 2 群光学系は、像側から物体側へと単調に移動し、前記第 1 群光学系は、変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動する構成を用いて、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能となり、しかも高性能で、300 万～600 万画素の撮像素子に対応する解像力を得ることも可能となる。

#### 【0021】

また、本発明の請求項 2 によるズームレンズは、請求項 1 のズームレンズにおいて、

前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズのアッベ数を $\nu_{22}$ 、該負メニスカスレンズに接合された前記正メニスカスレンズのアッベ数を $\nu_{23}$ として、

条件式：

$$25 < (\nu_{23} - \nu_{22}) < 50$$

を満足する。

#### 【0022】

このような構成により、特に、色収差をより良好に補正して、さらに高性能とすることが可能となる。

本発明の請求項3によるズームレンズは、請求項1または請求項2のズームレンズにおいて、

前記第2群光学系における最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径を $r_{21F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズの物体側面の曲率半径を $r_{22F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率半径を $r_{22R}$ とし、そして、最大像高を $Y'$ として、

条件式：

$$1.40$$

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

$$< 2.20$$

を満足する。

#### 【0023】

このような構成により、特に、主として像面湾曲をさらに良好に補正して、一層高性能とすることが可能となる。

本発明の請求項4によるズームレンズは、請求項1～請求項3のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、

前記第2群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点から該第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の頂点までの距離を $L_{PN}$ 、前記第2群光学系の光軸方向についての厚みを $L_2$ として、

条件式:

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

を満足する。

このような構成により、特に、球面収差、非点収差およびコマ収差をさらに良好に補正して、一層高性能とすることが可能となる。

#### 【0024】

本発明の請求項5によるズームレンズは、請求項1～請求項4のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、前記第2群光学系の全ての面の中で最も大きい。

このような構成により、特に、単色収差と色収差とのバランスをとり、一層高性能化することが可能となる。

本発明の請求項6によるズームレンズは、請求項1～請求項5のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記第2群光学系の最も物体側の面と最も像側の面が非球面である。

このような構成により、特に、主として単色収差をさらに良好に補正して、一層高性能とすることが可能となる。

#### 【0025】

本発明の請求項7によるズームレンズは、

物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光

学系からなり、

そして、前記第2群光学系における最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径を  $r_{21F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズの物体側面の曲率半径を  $r_{22F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率半径を  $r_{22R}$  とし、そして、最大像高を  $Y'$  として、

条件式：

1. 40

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

< 2. 20

を満足する。

#### 【0026】

このような構成により、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系とを少なくとも配置し、且つ前記第2群光学系と一体に移動する絞りを有して、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第2群光学系は、像側から物体側へと単調に移動し、前記第1群光学系は、変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動する構成を用いて、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、主として像面湾曲を良好に補正して、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得ることが可能となる。

#### 【0027】

本発明の請求項8によるズームレンズは、

物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、



前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光学系からなり、

そして、前記第2群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点から該第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の頂点までの距離を $L_{PN}$ 、前記第2群光学系の光軸方向についての厚みを $L_2$ として、

条件式：

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

を満足する。

#### 【0028】

このような構成により、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系とを少なくとも配置し、且つ前記第2群光学系と一体に移動する絞りを有して、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第2群光学系は、像側から物体側へと単調に移動し、前記第1群光学系は、変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動する構成を用いて、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、球面収差、非点収差およびコマ収差を良好に補正して、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得ることが可能となる。

#### 【0029】

本発明の請求項9によるズームレンズは、

物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光学系からなり、

そして、前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、前記第2群光学系の全ての面の中で最も大きい。

#### 【0030】

このような構成により、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系とを少なくとも配置し、且つ前記第2群光学系と一体に移動する絞りを有して、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第2群光学系は、像側から物体側へと単調に移動し、前記第1群光学系は、変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動する構成を用いて、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、単色収差と色収差とのバランスが良好で、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得ることが可能となる。

#### 【0031】

本発明の請求項10によるカメラは、撮影用光学系として、請求項1～請求項9のいずれか1項に記載のズームレンズを含む。

このような構成により、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得るズームレンズを撮影光学系として使用して、小型で且つ高画質を得ることが可能となる。

本発明の請求項11による携帯情報端末装置は、カメラ機能部の撮影用光学系として、請求項1～請求項9のいずれか1項に記載のズームレンズを含む。

このような構成により、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得るズームレンズをカメラ機能部の撮影光学系として使用して、小型で且つ高画質を得ることが可能となる。

#### 【0032】

**【実施例】**

以下、実施例に基づき、図面を参照して本発明のズームレンズ、カメラおよび携帯情報端末装置を詳細に説明する。具体的な実施例について説明する前に、まず、本発明の原理的な構成を説明するために、特許請求の範囲の各請求項に定義した構成およびその機能について説明する。

本発明の請求項 1 ～ 請求項 9 に係るズームレンズは、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第 1 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 2 群光学系と、正の焦点距離を持つ第 3 群光学系とを配置するとともに、前記第 2 群光学系の物体側に該第 2 群光学系と一体に移動する絞りを有しており、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系の間隔が漸次小さくなり、前記第 2 群光学系と前記第 3 群光学系の間隔が漸次大きくなるように各群の光学系が移動するズームレンズであり、これら請求項 1 ～ 請求項 9 のズームレンズは、さらに、それぞれ次のような特徴を持っている。

**【0033】**

請求項 1 に係るズームレンズは、前記第 2 群光学系が、物体側から、順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズを配置した 3 群 4 枚構成からなり、前記第 2 群光学系の前記負メニスカスレンズの屈折率を  $N_{22}$ 、その負メニスカスレンズに接合された前記正メニスカスレンズの屈折率を  $N_{23}$  とするとき、次の条件式を満足する。

$$0.15 < (N_{22} - N_{23}) < 0.40$$

請求項 2 に係るズームレンズは、請求項 1 のズームレンズにおいて、前記第 2 群光学系の前記負メニスカスレンズのアッベ数を  $\nu_{22}$ 、その負メニスカスレンズに接合された前記正メニスカスレンズのアッベ数を  $\nu_{23}$  とするとき、次の条件式を満足する。

**【0034】**

$$25 < (\nu_{23} - \nu_{22}) < 50$$

請求項 3 に係るズームレンズは、請求項 1 または請求項 2 のズームレンズにおいて、前記第 2 群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径を  $r_{21}$

F、前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズの物体側面の曲率半径を  $r_{22}$   
 F、前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの  
 接合面の曲率半径を  $r_{22R}$ 、最大像高を  $Y'$  とするとき、次の条件式を満足す  
 る。

【0035】

1. 40

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

< 2. 20

請求項4に係るズームレンズは、請求項1～請求項3のいずれか1項のズーム  
 レンズにおいて、前記第2群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点か  
 ら前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接  
 合面の頂点までの距離を  $L_{PN}$ 、前記第2群光学系の光軸方向の厚みを  $L_2$  とす  
 るとき、次の条件式を満足する。

【0036】

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

請求項5に係るズームレンズは、請求項1～請求項4のいずれか1項のズーム  
 レンズにおいて、前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカ  
 スレンズとの接合面の曲率が、前記第2群光学系の全ての面の中で最も大きい曲  
 率である。

請求項6に係るズームレンズは、請求項3～請求項5のいずれか1項のズーム  
 レンズにおいて、前記第2群光学系の最も物体側の面と最も像側の面とが非球面  
 である。

【0037】

請求項7に係るズームレンズは、前記第2群光学系が、物体側から、順次、物  
 体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレン  
 ズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズ  
 を配置した3群4枚構成からなり、前記第2群光学系の最も物体側の正レンズの  
 物体側面の曲率半径を  $r_{21F}$ 、前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズの  
 物体側面の曲率半径を  $r_{22F}$ 、前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズと

前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率半径を  $r_{22R}$ 、最大像高を  $Y'$  とするとき、次の条件式を満足する。

【0038】

1. 40

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

< 2. 20

請求項 8 に係るズームレンズは、前記第 2 群光学系が、物体側から、順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズを配置した 3 群 4 枚構成からなり、前記第 2 群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点から前記第 2 群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の頂点までの距離を  $L_{PN}$ 、前記第 2 群光学系の光軸方向の厚みを  $L_2$  とするとき、次の条件式を満足する。

【0039】

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

請求項 9 に係るズームレンズは、前記第 2 群光学系が、物体側から、順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズを配置した 3 群 4 枚構成からなり、前記第 2 群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、前記第 2 群光学系の全ての面の中で最も大きい曲率である。

【0040】

また、本発明の請求項 10 に係るカメラは、請求項 1～請求項 9 のいずれか 1 個のズームレンズを、撮影用光学系として有する。

本発明の請求項 11 に係る携帯情報端末装置は、請求項 1～請求項 9 のいずれか 1 項のズームレンズを、カメラ機能部の撮影用光学系として有する。

【0041】

本発明に係るズームレンズのような、負－正－正の 3 群で構成されるズームレンズは、一般に、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、第 2 群光学系が像側

から物体側へと単調に移動し、第1群光学系が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動する。変倍機能の大半は、第2群光学系が担っており、第3群光学系は、主として像面から射出瞳を遠ざけるために設けられている。

各種収差が少なく解像力の高いズームレンズを実現するためには、変倍による収差変動を小さく抑えなければならず、特に主たる変倍群である第2群光学系がその変倍範囲の全域において良好に収差補正されている必要がある。このため、第2群光学系の構成枚数を増加させることが考えられるが、構成枚数の増加は第2群光学系の光軸方向の厚みを増大させることにつながり、十分な小型化が達成できなくなるばかりか、コストの増大をも招いてしまう。

4枚以下のレンズで構成される第2群光学系としては、物体側から順に、正レンズ、負レンズおよび正レンズの3枚を配置してなるもの、物体側から順に、正レンズ、正レンズおよび負レンズの3枚を配置してなるもの、物体側から順に、正レンズ、正レンズ、負レンズおよび正レンズの4枚を配置してなるもの、そして物体側から順に、正レンズ、負レンズ、負レンズおよび正レンズの4枚を配置してなるものなどが知られているが、本発明は、これらを上回る収差補正能力を有する第2群光学系の構成を実現するものである。

#### 【0042】

すなわち、本発明においては、第2群光学系を、物体側から、正レンズ、負レンズ、正レンズおよび正レンズの順に配置した4枚のレンズから構成した。第2群光学系の物体側に開口絞りが配置される関係上、第2群光学系内では開口絞りから遠い像側のレンズ面ほど軸外光線が光軸から離れた場所を通るため、軸外収差の補正に対する関与が深くなる。第2群光学系は、全体として、負のパワーの両側に正のパワーを有する対称的な配置であるが、軸外収差の補正に対して関与が深い像側の正のパワーを2枚のレンズに分割することによって、自由度が増え、軸外収差の良好な補正が可能になるのである。

#### 【0043】

さらに、本発明においては、第2群光学系を、物体側から、順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズを配置し

てなる 3 群 4 枚のレンズ群で構成した。物体側から 2 番目の負レンズと 3 番目の正レンズを接合することは、組み付け偏心の抑制や組み付け工数の削減に効果がある。さらに、物体側から 2 番目の負レンズをメニスカス形状としてその物体側面に正のパワーを持たせることにより、最も物体側の正レンズと正のパワーを分担し、また、物体側から 3 番目の正レンズをメニスカス形状としてその像側面に負のパワーを持たせることにより、接合面と負のパワーを分担して、特定の面で過大な収差が発生することを防ぎ、第 2 群光学系全体としての収差量の低減と製造誤差感度の低減を両立させている。

#### 【0044】

加えて、次の条件式を満足する構成とすることにより、十分な収差補正が可能となる（請求項 1 に対応）。

#### 【0045】

$$0.15 < (N_{22} - N_{23}) < 0.40$$

但し、 $N_{22}$  は、第 2 群光学系の負メニスカスレンズの屈折率、 $N_{23}$  は、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズの屈折率をあらわす。

この場合、 $(N_{22} - N_{23})$  を 0.15 以下とすると、接合面に十分な負のパワーを与えることが困難になり、像面湾曲を補正しきれなくなる。一方、 $(N_{22} - N_{23})$  を 0.4 以上とすることは、負メニスカスレンズに非常に高い屈折率を要求することになり、製造コストの上昇を招く。なお、さらに望ましくは、次の条件式を満足するように構成するのが良い。

#### 【0046】

$$0.20 < (N_{22} - N_{23}) < 0.40$$

より一層充分な色収差補正を行うためには、次の条件式を満足する構成とすることが望ましい（請求項 2 に対応）。

#### 【0047】

$$2.5 < (\nu_{23} - \nu_{22}) < 5.0$$

但し、 $\nu_{22}$  は、第 2 群光学系の負メニスカスレンズのアッベ数、 $\nu_{23}$  は、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズのアッベ数をあらわす。

この場合、 $(\nu_{23} - \nu_{22})$  を 2.5 以下とすると、接合面における色収差の

コントロールを充分に行なうことができず、軸上色収差の補正と倍率色収差の補正を両立することが難しくなる。一方、 $(\nu_{23} - \nu_{22})$  を 50 以上とすることは、正メニスカスレンズに非常に小さな分散を要求することになり、製造コストの上昇を招く。なお、さらに望ましくは、次の条件式を満足するように構成するのが良い。

## 【0048】

$$30 < (\nu_{23} - \nu_{22}) < 50$$

さらに、像面湾曲を改善するためには、次の条件式を満足する構成とすることが望ましい（請求項 3 に対応）。

$$1.40$$

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

$$< 2.20$$

但し、 $r_{21F}$  は、第 2 群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径、 $r_{22F}$  は、第 2 群光学系の負メニスカスレンズの物体側面の曲率半径、 $r_{22R}$  は、第 2 群光学系の負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合面の曲率半径、そして  $Y'$  は、最大像高をあらわす。

## 【0049】

この場合、 $((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$  を 1.40 を越えて大きくすれば、第 2 群光学系の像面湾曲を十分に補正することができ、ズーム域全体にわたって像面の平坦性を保つことが可能となる。但し、 $((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$  を 2.20 以上に大きくすると、第 2 群光学系の各面で発生する収差が大きくなって収差のやりとりが増え、製造誤差感度が大きくなってしまう。なお、さらに望ましくは、次の条件式を満足するように構成するのが良い。

## 【0050】

$$1.55$$

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

$$< 2.05$$

さらに、球面収差、非点収差およびコマ収差を改善するためには、次の条件式



を満足する構成とすることが望ましい（請求項4に対応）。

【0051】

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

但し、 $L_{PN}$ は、第2群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点から、第2群光学系の負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合面の頂点までの距離、 $L_2$ は、第2群光学系の光軸方向の厚みをあらわす。

【0052】

第2群光学系において、最も物体側の正レンズの物体側面と、負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合面は、双方とも曲率が小さく、互いに大きく収差をやりとりして、収差補正に最も寄与している。良好な収差補正を行うためには、これら2つの面を通る光線の高さが重要である。 $(L_{PN}/L_2)$ が0.40以下になると、物体側から2番目の負レンズの像側面における軸外主光線の高さが小さくなり過ぎ、非点収差およびコマ収差の補正が不足する場合がでてくる。一方、 $(L_{PN}/L_2)$ が0.70以上になると、物体側から2番目の負レンズの像側面における軸上マージナル光線高さが小さくなり過ぎ、球面収差の補正が不足する場合がでてくる。なお、さらに望ましくは、次の条件式を満足するように構成するのが良い。

【0053】

$$0.45 < (L_{PN}/L_2) < 0.65$$

単色収差と色収差のバランスをより良好なものとするためには、第2群光学系の負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、第2群光学系の全ての面の中で最も大きい構成とすることが望ましい（請求項5に対応）。第2群光学系において、接合面以外の面の曲率が接合面の曲率よりも大きいと、単色収差を良好に補正したまま、軸上色収差と倍率色収差のバランスをとることが難しくなる。

【0054】

単色収差の補正をさらに良好に行うためには、第2群光学系に2面以上の非球面を有する構成とすることが望ましい。2面の非球面を、それぞれ光線の通り方が異なる箇所に用いることで、収差補正の自由度を向上させることが可能となる

。なお、最も効果的な収差補正を行うためには、第2群光学系の最も物体側の面と最も像側の面を非球面とすることが望ましい（請求項6に対応）。第2群光学系の最も物体側の面は絞りの近傍であるため、軸上と軸外の光束がほとんど分離せずに通る、ここに設けた非球面は主として球面収差やコマ収差の補正に寄与する。一方、第2群光学系の最も像側の面は絞りから離れているため、軸上と軸外の光束がある程度分離して通り、ここに設けた非球面は非点収差等の補正に寄与する。このように2面の非球面を最も物体側の面と最も像側の面に用いることで、それぞれの非球面が十分に異なる効果をもたらすことになり、収差の補正の自由度が飛躍的に増加するのである。

#### 【0055】

なお、本発明は、以下の3つのうちのいずれかの構成として、所期の目的を達成するようにしてもよい。

すなわち、物体側より、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系を配置し、前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系の間隔が小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系の間隔が大きくなるように各群が移動するズームレンズにおいて、前記第2群光学系が、物体側から、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズを順次配置した3群4枚構成からなり、次の条件式を満足する構成とする（請求項7に対応）。

#### 【0056】

1. 40

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

< 2. 20

または、物体側より、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系を配置し、前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、短焦点

端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系の間隔が小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系の間隔が大きくなるように各群が移動するズームレンズにおいて、前記第2群光学系が、物体側から、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズを順次配置した3群4枚構成からなり、次の条件式を満足する構成とする（請求項8に対応）。

【0057】

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

あるいは、物体側より、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系を配置し、前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系の間隔が小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系の間隔が大きくなるように各群が移動するズームレンズにおいて、前記第2群光学系が、物体側から、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズを順次配置した3群4枚構成からなり、前記第2群光学系の負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、該第2群光学系の全ての面の中で最も大きくなる構成とする（請求項9に対応）。

これらそれぞれの構成を採ることにより、先に述べたような収差補正上の効果を各独立的に得ることができる。

【0058】

本発明の特徴は、以上に述べたような第2群光学系の構成にあるが、ズームレンズとしてより良好な収差補正を行うための条件を次に付記しておく。

第1群光学系は、物体側から、順次、少なくとも1枚の像側に曲率の大きな面を向けた負レンズと、少なくとも1枚の物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズを配置し、該負レンズの像側の面を非球面とすることが望ましい。第1群光学系をこのような構成とすることにより、像面湾曲を小さくすることができ、また

、軸外光線の屈折角が大きな面を非球面とすることにより、特に短焦点端における歪曲収差を抑制することが可能となる。

#### 【0059】

より具体的には、第1群光学系を、物体側から像側へ向かって、順次、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側に曲率の大きな面を向けた負レンズと、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズの3枚のレンズを配置し、該負レンズの像側の面が非球面である構成とすることができる。このような構成によれば、収差補正能力がさらに高まるため広画角化に有利となる。

#### 【0060】

第3群光学系は、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズからなり、少なくとも1面の非球面を有することが望ましい。このような構成によれば、第3群光学系の厚みを最小限に抑えつつ、非点収差等の軸外収差をより良好に補正することができる。また、第3群光学系は、変倍に際して固定としても良いが、少量移動させることにより、収差補正の自由度を増加させることができる。

#### 【0061】

次に、上述した構成を反映した本発明に係るズームレンズ、カメラおよび携帯情報端末装置の具体的な実施例について詳細に説明する。第1、第2、第3、第4、第5および第6の実施例は、本発明に係るズームレンズの実施例であり、第7の実施例は、第1～第6の実施例に示されたようなズームレンズを撮影用光学系として用いた本発明に係るカメラまたは携帯情報端末装置の実施例である。

本発明に係るズームレンズを示す第1～第6の実施例においては、ズームレンズの構成およびその具体的な数値例を示している。なお、第1～第6の全ての実施例における最大像高は4.65mmである。第1～第6の実施例の各々においては、収差は十分に補正されており、300万画素～600万画素の受光素子に対応することが可能となっている。本発明のようにズームレンズを構成することによって、十分な小型化を達成しながら非常に良好な像性能を確保し得ることは、これら第1～第6の実施例から明らかとなるであろう。

#### 【0062】

以下の第1～第6の実施例に関連する説明においては、次のような各種記号を

用いている。

f : 全系の焦点距離

F : Fナンバ

$\omega$  : 半画角

R : 曲率半径

D : 面間隔

$N_d$  : 屈折率

$\nu_d$  : アッベ数

K : 非球面の円錐定数

$A_4$  : 4 次の非球面係数

$A_6$  : 6 次の非球面係数

$A_8$  : 8 次の非球面係数

$A_{10}$  : 10 次の非球面係数

$A_{12}$  : 12 次の非球面係数

$A_{14}$  : 14 次の非球面係数

$A_{16}$  : 16 次の非球面係数

$A_{18}$  : 18 次の非球面係数

但し、ここで用いられる非球面は、近軸曲率半径の逆数（近軸曲率）をC、光軸からの高さをHとすると、次式で定義される。

【0063】

【数1】

$$X = \frac{CH^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)C^2H^2}} + A_4 \cdot H^4 + A_6 \cdot H^6 + A_8 \cdot H^8 + A_{10} \cdot H^{10} + A_{12} \cdot H^{12} + A_{14} \cdot H^{14} + A_{16} \cdot H^{16} + A_{18} \cdot H^{18}$$

【0064】

〔第1の実施例〕

図1は、本発明の第1の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図1に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE

3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、絞りFAおよび光学フィルタOFを具備している。この場合、第1レンズE1～第3レンズE3は、第1群光学系G1を構成し、第4レンズE4～第7レンズE7は、第2群光学系G2を構成し、第8レンズE8は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等の際には各群毎に一体的に動作する。図1には、ズーミング動作も把握できるようにするため、広角端である短焦点距離端から、中間焦点距離を経て、望遠端である長焦点距離端に至る各群の移動軌跡を模式的に矢印で示している。また、図1には、各光学面の面番号も付して示している。なお、図1に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため共通の参照符号を付していても他の実施例と共通の構成ではない。

#### 【0065】

図1において、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、絞りFA、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8および光学フィルタOFの順で配列されており、各種の光学フィルタリング機能を有する光学フィルタOFの背後に結像される。

#### 【0066】

第1レンズE1は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第2レンズE2は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、そして第3レンズE3は、物体側を凸面とした正レンズ（平凸レンズ）であり、これら第1レンズE1～第3レンズE3により構成する第1群光学系G1は、全体として負の焦点距離を呈する。第4レンズE4は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、第5レンズE5は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第6レンズE6は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、そして第7レンズE7は、正レンズ（両凸レンズ）で、第5レンズE5と第6レンズE6は、接合されており、これら3群4枚構成の第4レンズE4～第7レンズE7により構成する第2群光学系G2は、全体として正の焦点距離を呈する。第8レンズE8は、物体側に

凸に形成された正メニスカスレンズであり、この第8レンズE8のみによって、正の焦点距離を有する第3群光学系G3を構成している。第2群光学系G2の物体側に配置された絞りFAは、第2群光学系G2と一体に動作する。

【0067】

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、主として変倍機能を担う第2群光学系G2が像側から物体側へと単調に移動し、第1群光学系G1が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動し、第3群光学系は、主として像面から射出瞳を遠ざけるために動作する。さらに具体的には、短焦点端から長焦点端への変倍に伴って、第1群光学系G1と第2群光学系G2の間隔を漸次小さくし、第2群光学系G2と第3群光学系G3の間隔を漸次大きくするように各群の光学系を移動させる。

【0068】

この第1の実施例においては、全系の焦点距離 $f$ 、Fナンバ $F$ 、そして半画角 $\omega$ は、ズーミングにより、それぞれ $f=5.93\sim 16.78$ 、 $F=2.57\sim 4.37$ 、そして $\omega=39.42\sim 15.62$ の範囲で変化する。各光学面の特性は、次表の通りである。

【0069】

【表1】

光学特性

面番号	R	D	N <sub>d</sub>	$\nu_d$	備考	
01	29.662	1.20	1.77250	49.62	第1レンズ	第1群
02	8.256	2.33				
03	26.681	1.20	1.80610	40.74	第2レンズ	
04*	8.434	2.86				
05	16.288	2.46	1.76182	26.61	第3レンズ	
06	∞	可変D <sub>d</sub>				
07	絞り	1.00				
08*	8.987	1.83	1.77250	49.62	第4レンズ	第2群
09	32.778	1.70				
10	13.503	2.76	1.84666	23.78	第5レンズ	
11	5.000	2.57	1.48749	70.44		
12	12.108	0.30			第6レンズ	
13	28.558	1.52	1.60311	60.69		
14*	-30.794	可変D <sub>d</sub>			第7レンズ	
15*	17.395	1.77	1.58913	61.25	第8レンズ	第3群
16	73.084	可変D <sub>d</sub>				
17	∞	1.98	1.51680	64.20	各種フィルタ	
18	∞					

## 【0070】

表1において面番号にアスタリスク「\*」を付した第4面、第8面、第14面および第15面の各光学面が非球面であり、各非球面のパラメータは次の通りである。

非球面：第4面

$$K=0.0, A_4=-2.78493 \times 10^{-4}, A_6=-4.57252 \times 10^{-6}, A_8=2.85397 \times 10^{-7}, A_{10}=-1.90695 \times 10^{-8}$$



$-8$ ,  $A_{12} = 5.07288 \times 10^{-10}$ ,  $A_{14} = -1.90194 \times 10^{-12}$ ,  $A_{16} = -1.68241 \times 10^{-13}$ ,  $A_{18} = 2.31370 \times 10^{-15}$

非球面：第8面

$K = 0.0$ ,  $A_4 = -8.54569 \times 10^{-5}$ ,  $A_6 = -3.60180 \times 10^{-7}$ ,  $A_8 = -3.63648 \times 10^{-8}$ ,  $A_{10} = 9.61335 \times 10^{-10}$

非球面：第14面

$K = 0.0$ ,  $A_4 = 1.67112 \times 10^{-4}$ ,  $A_6 = 6.29478 \times 10^{-6}$ ,  $A_8 = -3.96383 \times 10^{-7}$ ,  $A_{10} = 2.14222 \times 10^{-8}$

非球面：第15面

$K = 0.0$ ,  $A_4 = -1.51122 \times 10^{-5}$ ,  $A_6 = 2.94709 \times 10^{-6}$ ,  $A_8 = -1.16281 \times 10^{-7}$ ,  $A_{10} = 2.05071 \times 10^{-9}$

第1群光学系G1と第2群光学系G2に一体化された絞りFAとの間の間隔D<sub>A</sub>、第2群光学系G2と第3群光学系G3との間の間隔D<sub>B</sub>、そして第3群光学系G3と光学フィルタOFとの間の間隔D<sub>C</sub>は、可変であり、これら可変間隔D<sub>A</sub>～D<sub>C</sub>はズーミングに際して次表のように変化させられる。

【0071】

【表2】

可変間隔

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	f = 5.93	f = 9.97	f = 16.78
D <sub>A</sub>	19.122	7.794	1.500
D <sub>B</sub>	3.702	9.038	19.126
D <sub>C</sub>	4.682	4.621	3.181

【0072】

また、この第1の実施例における先に述べた本発明の各条件式に係る数値は、次の通りとなり、各条件式の範囲内である。

条件式数値

$$(N_{22} - N_{23}) = 0.359$$

$$(\nu_{23} - \nu_{22}) = 46.7$$

$$((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y' = 1.79$$

$$(L_{PN}/L_2) = 0.589$$

[第2の実施例]

図2は、本発明の第2の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図2に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、絞りFAおよび光学フィルタOFを具備している。この場合、第1レンズE1～第3レンズE3は、第1群光学系G1を構成し、第4レンズE4～第7レンズE7は、第2群光学系G2を構成し、第8レンズE8は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等には各群毎に一体的に動作する。図2にも、ズーミング動作も把握できるようにするため、広角端である短焦点距離端から、中間焦点距離を経て、望遠端である長焦点距離端に至る各群の概略的な移動軌跡を模式的に矢印で示している。また、図2には、各光学面の面番号も付して示している。上述したように図2に対する各参照符号も、他の実施例とは独立に用いている。

### 【0073】

図2においても、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、絞りFA、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8および光学フィルタOFの順で配列されており、各種の光学フィルタリング機能を有する光学フィルタOFの背後に結像される。

### 【0074】

第1レンズE1は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第2レンズE2は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、そして第3レンズE3は、物体側を曲率の大きな凸面とした正レンズ（両凸レンズ）であり、これら第1レンズE1～第3レンズE3により構成する第1群光学系G1は、全体として負の焦点距離を呈する。第4レンズE4は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、第5レンズE5は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第6レンズE6は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、そして第7レンズE7は、正レンズ（両凸レンズ）で、第5レンズE5と第6レンズE6は、接合されており、これら3群4枚構成の第4レンズE4～第7レンズE7により構成する第2群光学系G2は、全体として正の焦点距離を呈する。第8レンズE8は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、この第8レンズE8のみによって、正の焦点距離を有する第3群光学系G3を構成している。第2群光学系G2の物体側に配置された絞りFAは、第2群光学系G2と一体に動作する。

#### 【0075】

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、主として変倍機能を担う第2群光学系G2が像側から物体側へと単調に移動し、第1群光学系G1が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動し、第3群光学系は、主として像面から射出瞳を遠ざけるために動作する。さらに具体的には、短焦点端から長焦点端への変倍に伴って、第1群光学系G1と第2群光学系G2の間隔を漸次小さくし、第2群光学系G2と第3群光学系G3の間隔を漸次大きくするように各群の光学系を移動させる。

#### 【0076】

この第2の実施例においては、全系の焦点距離 $f$ 、Fナンバー $F$ 、そして半画角 $\omega$ は、ズーミングにより、それぞれ $f=5.97\sim 16.86$ 、 $F=2.58\sim 4.34$ 、そして $\omega=39.21\sim 15.54$ の範囲で変化する。各光学面の特性は、次表の通りである。

#### 【0077】

#### 【表3】

## 光学特性

面番号	R	D	N <sub>d</sub>	ν <sub>d</sub>	備考	
01	55.932	1.20	1.77250	49.62	第1レンズ	第1群
02	9.292	1.61				
03	17.366	1.20	1.80610	40.74	第2レンズ	
04*	7.227	2.86				
05	15.005	2.68	1.74077	27.76	第3レンズ	
06	-2231.448	可変D <sub>1</sub>				
07	絞り	1.00				
08*	9.417	1.81	1.77250	49.62	第4レンズ	第2群
09	44.394	1.57				
10	15.037	3.20	1.84666	23.78	第5レンズ	
11	5.000	2.70	1.51680	64.20		
12	11.073	0.33			第6レンズ	
13	32.514	1.46	1.69680	55.46		
14*	-30.513	可変D <sub>2</sub>			第7レンズ	
15*	16.788	1.85	1.58913	61.25		第8レンズ
16	77.251	可変D <sub>3</sub>				
17	∞	1.43	1.51680	64.20	各種フィルタ	
18	∞					

## 【0078】

表3において面番号にアスタリスク「\*」を付した第4面、第8面、第14面および第15面の各光学面が非球面であり、各非球面のパラメータは次の通りである。

非球面：第4面

$$K=0.0, A_4=-3.65774 \times 10^{-4}, A_6=-6.98063 \times$$

$10^{-6}$ ,  $A_8 = 3.31239 \times 10^{-7}$ ,  $A_{10} = -2.10223 \times 10^{-8}$ ,  $A_{12} = 4.75955 \times 10^{-10}$ ,  $A_{14} = -1.53407 \times 10^{-12}$ ,  $A_{16} = -1.26119 \times 10^{-13}$ ,  $A_{18} = 1.38231 \times 10^{-15}$

非球面：第8面

$K = 0.0$ ,  $A_4 = -8.29422 \times 10^{-5}$ ,  $A_6 = -3.49540 \times 10^{-7}$ ,  $A_8 = -4.22060 \times 10^{-8}$ ,  $A_{10} = 1.43521 \times 10^{-9}$

非球面：第14面

$K = 0.0$ ,  $A_4 = 8.62336 \times 10^{-5}$ ,  $A_6 = 1.08403 \times 10^{-5}$ ,  $A_8 = -1.14432 \times 10^{-6}$ ,  $A_{10} = 5.55500 \times 10^{-8}$

非球面：第15面

$K = 0.0$ ,  $A_4 = -1.42708 \times 10^{-5}$ ,  $A_6 = 3.15235 \times 10^{-6}$ ,  $A_8 = -1.33726 \times 10^{-7}$ ,  $A_{10} = 2.51387 \times 10^{-9}$

第1群光学系G1と第2群光学系G2に一体化された絞りFAとの間の間隔D<sub>A</sub>、第2群光学系G2と第3群光学系G3との間の間隔D<sub>B</sub>、そして第3群光学系G3と光学フィルタOFとの間の間隔D<sub>C</sub>は、可変であり、これら可変間隔D<sub>A</sub>～D<sub>C</sub>はズーミングに際して次表のように変化させられる。

【0079】

【表4】

可変間隔

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	f = 5.97	f = 10.04	f = 16.86
D <sub>A</sub>	19.779	7.964	1.500
D <sub>B</sub>	3.698	8.630	18.336
D <sub>C</sub>	4.634	4.767	3.483

## 【0080】

また、この第2の実施例における先に述べた本発明の各条件式に係る数値は、次の通りとなり、各条件式の範囲内である。

条件式数値

$$(N_{22} - N_{23}) = 0.330$$

$$(\nu_{23} - \nu_{22}) = 40.4$$

$$((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y' = 1.73$$

$$(LP_N / L_2) = 0.594$$

## 〔第3の実施例〕

図3は、本発明の第3の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図3に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、絞りFAおよび光学フィルタOFを具備している。この場合、第1レンズE1～第3レンズE3は、第1群光学系G1を構成し、第4レンズE4～第7レンズE7は、第2群光学系G2を構成し、第8レンズE8は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等に際しては各群毎に一体的に動作する。図3にも、ズーミング動作も把握できるようにするため、広角端である短焦点距離端から、中間焦点距離を経て、望遠端である長焦点距離端に至る各群の概略的な移動軌跡を模式的に矢印で示している。また、図3には、各光学面の面番号も付して示している。上述したように図3に対する各参照符号も、他の実施例とは独立に用いている。

## 【0081】

図3においても、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、絞りFA、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8および光学フィルタOFの順で配列されており、各種の光学フィルタリング機能を有する光学フィルタOFの背後に結像される。

## 【0082】

第1レンズE1は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第2レンズE2は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、そして第3レンズE3は、物体側を曲率の大きな凸面とした正レンズ（両凸レンズ）であり、これら第1レンズE1～第3レンズE3により構成する第1群光学系G1は、全体として負の焦点距離を呈する。第4レンズE4は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、第5レンズE5は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第6レンズE6は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、そして第7レンズE7は、正レンズ（両凸レンズ）で、第5レンズE5と第6レンズE6は、接合されており、これら3群4枚構成の第4レンズE4～第7レンズE7により構成する第2群光学系G2は、全体として正の焦点距離を呈する。第8レンズE8は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、この第8レンズE8のみによって、正の焦点距離を有する第3群光学系G3を構成している。第2群光学系G2の物体側に配置された絞りFAは、第2群光学系G2と一体に動作する。

## 【0083】

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、主として変倍機能を担う第2群光学系G2が像側から物体側へと単調に移動し、第1群光学系G1が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動し、第3群光学系は、主として像面から射出瞳を遠ざけるために動作する。さらに具体的には、短焦点端から長焦点端への変倍に伴って、第1群光学系G1と第2群光学系G2の間隔を漸次小さくし、第2群光学系G2と第3群光学系G3の間隔を漸次大きくするように各群の光学系を移動させる。

## 【0084】

この第3の実施例においては、全系の焦点距離 $f$ 、Fナンバ $F$ 、そして半画角 $\omega$ は、ズーミングにより、それぞれ $f=5.97\sim 16.86$ 、 $F=2.60\sim 4.36$ 、そして $\omega=39.23\sim 15.53$ の範囲で変化する。各光学面の特性は、次表の通りである。

## 【0085】

【表 5】

光学特性

面番号	R	D	N <sub>d</sub>	n <sub>d</sub>	備考	
01	59.839	1.20	1.77250	49.62	第1レンズ	第1群
02	9.437	1.51				
03	16.832	1.20	1.80610	40.74	第2レンズ	
04*	7.140	2.99				
05	15.218	2.65	1.74077	27.76	第3レンズ	
06	-7565.401	可変D。				
07	絞り	1.00				
08*	9.387	1.88	1.77250	49.62	第4レンズ	第2群
09	86.781	1.75				
10	19.477	2.90	1.80518	25.46	第5レンズ	
11	5.000	2.76	1.51680	64.20		
12	11.679	0.31			第6レンズ	
13	32.514	1.46	1.62299	58.12		
14*	-28.433	可変D。			第7レンズ	
15*	16.631	1.84	1.58913	61.25		第8レンズ
16	73.885	可変D。				
17	∞	1.43	1.51680	64.20	各種フィルタ	
18	∞					

## 【0086】

表 5 において面番号にアスタリスク「\*」を付した第 4 面、第 8 面、第 14 面および第 15 面の各光学面が非球面であり、各非球面のパラメータは次の通りである。

非球面：第 4 面



$K=0.0$ ,  $A_4=-3.74529 \times 10^{-4}$ ,  $A_6=-7.07111 \times 10^{-6}$ ,  $A_8=3.31080 \times 10^{-7}$ ,  $A_{10}=-2.12578 \times 10^{-8}$ ,  $A_{12}=4.72698 \times 10^{-10}$ ,  $A_{14}=-1.41429 \times 10^{-12}$ ,  $A_{16}=-1.23287 \times 10^{-13}$ ,  $A_{18}=1.26129 \times 10^{-15}$

非球面：第8面

$K=0.0$ ,  $A_4=-9.27221 \times 10^{-5}$ ,  $A_6=-2.00691 \times 10^{-7}$ ,  $A_8=-5.99813 \times 10^{-8}$ ,  $A_{10}=1.95311 \times 10^{-9}$

非球面：第14面

$K=0.0$ ,  $A_4=1.17533 \times 10^{-4}$ ,  $A_6=1.28941 \times 10^{-5}$ ,  $A_8=-1.26885 \times 10^{-6}$ ,  $A_{10}=6.09645 \times 10^{-8}$

非球面：第15面

$K=0.0$ ,  $A_4=-1.91397 \times 10^{-5}$ ,  $A_6=3.80313 \times 10^{-6}$ ,  $A_8=-1.67517 \times 10^{-7}$ ,  $A_{10}=3.09028 \times 10^{-9}$

第1群光学系G1と第2群光学系G2に一体化された絞りFAとの間の間隔D<sub>A</sub>、第2群光学系G2と第3群光学系G3との間の間隔D<sub>B</sub>、そして第3群光学系G3と光学フィルタOFとの間の間隔D<sub>C</sub>は、可変であり、これら可変間隔D<sub>A</sub>～D<sub>C</sub>はズーミングに際して次表のように変化させられる。

【0087】

【表6】

可変間隔

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	$f = 5.97$	$f = 10.04$	$f = 16.86$
D <sub>1</sub>	19.901	8.018	1.500
D <sub>2</sub>	3.700	8.581	18.198
D <sub>3</sub>	4.517	4.685	3.494

## 【0088】

また、この第3の実施例における先に述べた本発明の各条件式に係る数値は、次の通りとなり、各条件式の範囲内である。

条件式数値

$$(N_{22} - N_{23}) = 0.288$$

$$(\nu_{23} - \nu_{22}) = 35.7$$

$$((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y' = 1.66$$

66

$$(L_{PN}/L_2) = 0.590$$

〔第4の実施例〕

図4は、本発明の第4の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図4に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、絞りFAおよび光学フィルタOFを具備している。この場合、第1レンズE1～第3レンズE3は、第1群光学系G1を構成し、第4レンズE4～第7レンズE7は、第2群光学系G2を構成し、第8レンズE8は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等には各群毎に一体的に動作する。図4にも、ズーミング動作も把握できるようにするため、広角端である短焦点距離端から、中間焦点距離を経て、望遠端である長焦点距離端に至る各群の概略的な移動軌跡を模式的に矢印で示している。また、図4には、各光学面の面番号も付して示している。

上述したように図4に対する各参照符号も、他の実施例とは独立に用いている。

#### 【0089】

図4においても、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、絞りFA、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8および光学フィルタOFの順で配列されており、各種の光学フィルタリング機能を有する光学フィルタOFの背後に結像される。

#### 【0090】

第1レンズE1は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第2レンズE2は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、そして第3レンズE3は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、これら第1レンズE1～第3レンズE3により構成する第1群光学系G1は、全体として負の焦点距離を呈する。第4レンズE4は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、第5レンズE5は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第6レンズE6は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、そして第7レンズE7は、正レンズ（両凸レンズ）で、第5レンズE5と第6レンズE6は、接合されており、これら3群4枚構成の第4レンズE4～第7レンズE7により構成する第2群光学系G2は、全体として正の焦点距離を呈する。第8レンズE8は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、この第8レンズE8のみによって、正の焦点距離を有する第3群光学系G3を構成している。第2群光学系G2の物体側に配置された絞りFAは、第2群光学系G2と一体に動作する。

#### 【0091】

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、主として変倍機能を担う第2群光学系G2が像側から物体側へと単調に移動し、第1群光学系G1が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動し、第3群光学系は、主として像面から射出瞳を遠ざけるために動作する。さらに具体的には、短焦点端から長焦点端への変倍に伴って、第1群光学系G1と第2群光学系G2の間隔を漸次小さくし、第2群光学系G2と第3群光学系G3の間隔を漸次大きくするように各群の光学系を移動させる。

## 【0092】

この第4の実施例においては、全系の焦点距離  $f$ 、Fナンバ  $F$ 、そして半画角  $\omega$  は、ズーミングにより、それぞれ  $f = 5.97 \sim 16.88$ 、 $F = 2.68 \sim 4.42$ 、そして  $\omega = 39.20 \sim 15.52$  の範囲で変化する。各光学面の特性は、次表の通りである。

## 【0093】

## 【表7】

光学特性

面番号	R	D	N <sub>e</sub>	v <sub>e</sub>	備考	
01	51.310	1.20	1.74330	49.22	第1レンズ	第1群
02	9.499	1.12				
03	14.486	1.20	1.80610	40.74	第2レンズ	
04*	6.911	3.47				
05	15.461	2.06	1.84666	23.78	第3レンズ	
06	56.433	可変D <sub>e</sub>				
07	絞り	1.00				
08*	8.571	1.81	1.74330	49.33	第4レンズ	第2群
09	38.021	2.22				
10	10.292	1.00	1.84666	23.78	第5レンズ	
11	4.918	1.83	1.48749	70.44		
12	8.816	0.57			第6レンズ	
13	22.000	1.61	1.48749	70.44		
14*	-33.647	可変D <sub>e</sub>			第7レンズ	
15*	13.767	1.83	1.51680	64.20		
16	39.344	可変D <sub>e</sub>			第8レンズ	第3群
17	∞	3.33	1.51680	64.20		
18	∞				各種フィルタ	

## 【0094】

表7において面番号にアスタリスク「\*」を付した第4面、第8面、第14面および第15面の各光学面が非球面であり、各非球面のパラメータは次の通りである。

非球面：第4面

$$K=0.0, A_4=-3.502130 \times 10^{-4}, A_6=-8.45461 \times 10^{-6}, A_8=3.87166 \times 10^{-7}, A_{10}=-2.37791 \times 10^{-8}$$

$0-8$ ,  $A_{12}=4.86388 \times 10^{-10}$ ,  $A_{14}=-3.79112 \times 10^{-13}$ ,  $A_{16}=-1.52048 \times 10^{-13}$ ,  $A_{18}=1.32883 \times 10^{-15}$

非球面: 第8面

$K=0.0$ ,  $A_4=-9.80638 \times 10^{-5}$ ,  $A_6=-3.44779 \times 10^{-7}$ ,  $A_8=-4.47522 \times 10^{-8}$ ,  $A_{10}=-8.37430 \times 10^{-10}$

非球面: 第14面

$K=0.0$ ,  $A_4=1.83538 \times 10^{-4}$ ,  $A_6=6.09812 \times 10^{-7}$ ,  $A_8=3.72360 \times 10^{-7}$ ,  $A_{10}=-1.70939 \times 10^{-8}$

非球面: 第15面

$K=0.0$ ,  $A_4=-4.21513 \times 10^{-5}$ ,  $A_6=2.95947 \times 10^{-6}$ ,  $A_8=-1.23500 \times 10^{-7}$ ,  $A_{10}=2.32351 \times 10^{-9}$

第1群光学系G1と第2群光学系G2に一体化された絞りFAとの間の間隔D<sub>A</sub>、第2群光学系G2と第3群光学系G3との間の間隔D<sub>B</sub>、そして第3群光学系G3と光学フィルタOFとの間の間隔D<sub>C</sub>は、可変であり、これら可変間隔D<sub>A</sub>~D<sub>C</sub>はズーミングに際して次表のように変化させられる。

【0095】

【表8】

可変間隔

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	$f = 5.97$	$f = 10.05$	$f = 16.88$
D <sub>A</sub>	20.111	8.930	2.078
D <sub>B</sub>	4.759	10.445	19.078
D <sub>C</sub>	3.457	3.056	3.054

【0096】

また、この第4の実施例における先に述べた本発明の各条件式に係る数値は、次の通りとなり、各条件式の範囲内である。

条件式数値

$$(N_{22} - N_{23}) = 0.359$$

$$(\nu_{23} - \nu_{22}) = 46.7$$

$$((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y' = 1.94$$

$$(L_{PN}/L_2) = 0.556$$

〔第5の実施例〕

図5は、本発明の第5の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図5に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、絞りFAおよび光学フィルタOFを具備している。この場合、第1レンズE1～第4レンズE4は、第1群光学系G1を構成し、第5レンズE5～第8レンズE8は、第2群光学系G2を構成し、第9レンズE9は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等に際しては各群毎に一体的に動作する。図5にも、ズーミング動作も把握できるようにするため、広角端である短焦点距離端から、中間焦点距離を経て、望遠端である長焦点距離端に至る各群の概略的な移動軌跡を模式的に矢印で示している。また、図5には、各光学面の面番号も付して示している。上述したように図5に対する各参照符号も、他の実施例とは独立に用いている。

#### 【0097】

図5においても、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、絞りFA、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9および光学フィルタOFの順で配列されており、各種の光学フィルタリング機能を有する光学フィルタOFの背後に結像される。

## 【0098】

第1レンズE1は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第2レンズE2は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第3レンズE3は、物体側に大きな曲率の凸面を向けた正レンズ（両凸レンズ）、そして第4レンズE4は、負レンズ（両凹レンズ）で、第3レンズE3と第4レンズE4は、接合されており、これら3群4枚構成の第1レンズE1～第4レンズE4により構成する第1群光学系G1は、全体として負の焦点距離を呈する。第5レンズE5は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、第6レンズE6は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第7レンズE7は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、そして第8レンズE8は、正レンズ（両凸レンズ）で、第6レンズE6と第7レンズE7は、接合されており、これら3群4枚構成の第5レンズE5～第8レンズE8により構成する第2群光学系G2は、全体として正の焦点距離を呈する。第9レンズE9は、物体側に大きな曲率の凸面を向けた正レンズ（両凸レンズ）であり、この第9レンズE9のみによって、正の焦点距離を有する第3群光学系G3を構成している。第2群光学系G2の物体側に配置された絞りFAは、第2群光学系G2と一体に動作する。

## 【0099】

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、主として変倍機能を担う第2群光学系G2が像側から物体側へと単調に移動し、第1群光学系G1が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動し、第3群光学系は、主として像面から射出瞳を遠ざけるために動作する。さらに具体的には、短焦点端から長焦点端への変倍に伴って、第1群光学系G1と第2群光学系G2の間隔を漸次小さくし、第2群光学系G2と第3群光学系G3の間隔を漸次大きくするように各群の光学系を移動させる。

## 【0100】

この第5の実施例においては、全系の焦点距離 $f$ 、Fナンバ $F$ 、そして半画角 $\omega$ は、ズーミングにより、それぞれ $f=5.98\sim 16.89$ 、 $F=2.62\sim 4.51$ 、そして $\omega=39.18\sim 15.52$ の範囲で変化する。各光学面の特性は、次表の通りである。



【0101】

【表9】

光学特性

面番号	R	D	N <sub>d</sub>	$\nu_d$	備考	
01	39.911	1.20	1.77250	49.62	第1レンズ	第1群
02	9.332	1.43				
03	14.880	1.40	1.80610	40.74	第2レンズ	
04*	7.003	3.50				
05	14.030	3.37	1.72825	28.32	第3レンズ	
06	-46.632	1.00	1.83400	37.34		
07	77.937	可変D.			第4レンズ	
08	絞り	1.00				
09*	9.009	1.92	1.77250	49.62	第5レンズ	第2群
10	51.825	1.69			第6レンズ	
11	11.244	1.05	1.84666	23.78		
12	5.000	2.68	1.63854	55.45	第7レンズ	
13	6.754	0.46				
14	17.306	1.56	1.48749	70.44	第8レンズ	
15*	-40.559	可変D.				
16*	22.283	1.85	1.58913	61.25	第9レンズ	第3群
17	-426.355	可変D.				
18	$\infty$	1.43	1.51680	64.20	各種フィルタ	
19	$\infty$					

【0102】

表9において面番号にアスタリスク「\*」を付した第4面、第9面、第15面および第16面の各光学面が非球面であり、各非球面のパラメータは次の通りである。

非球面：第4面

$$K=0.0, A_4=-3.19923 \times 10^{-4}, A_6=-7.49996 \times 10^{-6}, A_8=3.11483 \times 10^{-7}, A_{10}=-1.90421 \times 10^{-8}, A_{12}=3.91258 \times 10^{-10}, A_{14}=-2.01103 \times 10^{-12}, A_{16}=-5.49008 \times 10^{-14}, A_{18}=3.19870 \times 10^{-16}$$

非球面：第9面

$$K=0.0, A_4=-9.62105 \times 10^{-5}, A_6=-9.78873 \times 10^{-7}, A_8=1.62625 \times 10^{-8}, A_{10}=-8.46903 \times 10^{-10}$$

非球面：第15面

$$K=0.0, A_4=1.62639 \times 10^{-4}, A_6=2.90705 \times 10^{-5}, A_8=-3.68616 \times 10^{-6}, A_{10}=2.00067 \times 10^{-7}$$

非球面：第16面

$$K=0.0, A_4=-1.57048 \times 10^{-5}, A_6=5.24326 \times 10^{-6}, A_8=-2.39620 \times 10^{-7}, A_{10}=4.62003 \times 10^{-9}$$

第1群光学系G1と第2群光学系G2に一体化された絞りFAとの間の間隔D<sub>A</sub>、第2群光学系G2と第3群光学系G3との間の間隔D<sub>B</sub>、そして第3群光学系G3と光学フィルタOFとの間の間隔D<sub>C</sub>は、可変であり、これら可変間隔D<sub>A</sub>～D<sub>C</sub>はズーミングに際して次表のように変化させられる。

【0103】

【表10】

可変間隔

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	$f = 5.98$	$f = 10.05$	$f = 16.88$
D <sub>1</sub>	18.638	7.515	1.879
D <sub>2</sub>	4.318	8.821	19.281
D <sub>3</sub>	4.528	5.079	3.094

## 【0104】

また、この第5の実施例における先に述べた本発明の各条件式に係る数値は、次の通りとなり、各条件式の範囲内である。

条件式数値

$$(N_{22} - N_{23}) = 0.208$$

$$(\nu_{23} - \nu_{22}) = 31.7$$

$$((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y' = 1.86$$

86

$$(L_{PN}/L_2) = 0.498$$

〔第6の実施例〕

図6は、本発明の第6の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図6に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、絞りFAおよび光学フィルタOFを具備している。この場合、第1レンズE1～第4レンズE4は、第1群光学系G1を構成し、第5レンズE5～第8レンズE8は、第2群光学系G2を構成し、第9レンズE9は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等に際しては各群毎に一体的に動作する。図5にも、ズーミング動作も把握できるようにするため、広角端である短焦点距離端から、中間焦点距離を経て、望遠端である長焦点距離端に至る各群の概略的な移動軌跡を模式的に矢印で示している。また、図6には、各光学面の面番号も付

して示している。上述したように図6に対する各参照符号も、他の実施例とは独立に用いている。

#### 【0105】

図6においても、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、絞りFA、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9および光学フィルタOFの順で配列されており、各種の光学フィルタリング機能を有する光学フィルタOFの背後に結像される。

#### 【0106】

第1レンズE1は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第2レンズE2は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第3レンズE3は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、そして第4レンズE4は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、これら4群4枚構成の第1レンズE1～第4レンズE4により構成する第1群光学系G1は、全体として負の焦点距離を呈する。第5レンズE5は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、第6レンズE6は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第7レンズE7は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、そして第8レンズE8は、正レンズ（両凸レンズ）で、第6レンズE6と第7レンズE7は、接合されており、これら3群4枚構成の第5レンズE5～第8レンズE8により構成する第2群光学系G2は、全体として正の焦点距離を呈する。第9レンズE9は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、この第9レンズE9のみによって、正の焦点距離を有する第3群光学系G3を構成している。第2群光学系G2の物体側に配置された絞りFAは、第2群光学系G2と一体に動作する。

#### 【0107】

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、主として変倍機能を担う第2群光学系G2が像側から物体側へと単調に移動し、第1群光学系G1が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動し、第3群光学系は、主として像面から射出瞳を遠ざけるために動作する。さらに具体的には、短焦点端から長焦点端への変倍に伴って、第1群光学系G1と第2群光学系G2の間隔を漸次小さくし、第2群

光学系 G2 と第 3 群光学系 G3 の間隔を漸次大きくするように各群の光学系を移動させる。

【0108】

この第 6 の実施例においては、全系の焦点距離  $f$ 、F ナンバ  $F$ 、そして半画角  $\omega$  は、ズーミングにより、それぞれ  $f = 5.97 \sim 16.88$ 、 $F = 2.63 \sim 4.45$ 、そして  $\omega = 39.20 \sim 15.52$  の範囲で変化する。各光学面の特性は、次表の通りである。

【0109】

【表 11】

光学特性

面番号	R	D	N <sub>d</sub>	$\nu_d$	備考	
01	56.496	1.20	1.77250	49.62	第1レンズ	第1群
02	16.278	0.72				
03	23.189	1.20	1.77250	49.62	第2レンズ	
04	9.559	0.96				
05	13.135	1.20	1.80610	40.74	第3レンズ	
06*	7.003	2.87				
07	14.607	2.69	1.72825	28.32	第4レンズ	
08	$\infty$	可変D。				
09	絞り	1.00				
10*	9.560	1.82	1.77250	49.62	第5レンズ	第2群
11	55.320	1.95				
12	12.112	1.78	1.84666	23.78	第6レンズ	
13	5.000	2.75	1.58913	61.25		
14	7.662	0.42			第7レンズ	
15	21.473	1.59	1.48749	70.44		
16*	-23.241	可変D。			第8レンズ	
17*	18.125	1.85	1.58913	61.25		
18	137.234	可変D。			第9レンズ	第3群
19	$\infty$	1.43	1.51680	64.20		
20	$\infty$					

【0110】

表9において面番号にアスタリスク「\*」を付した第6面、第10面、第16

面および第 17 面の各光学面が非球面であり、各非球面のパラメータは次の通りである。

非球面：第 6 面

$$K=0.0, A_4=-3.77077 \times 10^{-4}, A_6=-7.57114 \times 10^{-6}, A_8=3.24559 \times 10^{-7}, A_{10}=-2.06841 \times 10^{-8}, A_{12}=4.43898 \times 10^{-10}, A_{14}=-1.72365 \times 10^{-12}, A_{16}=-9.21068 \times 10^{-14}, A_{18}=7.60642 \times 10^{-16}$$

非球面：第 10 面

$$K=0.0, A_4=-9.00752 \times 10^{-5}, A_6=3.09052 \times 10^{-8}, A_8=-7.16556 \times 10^{-8}, A_{10}=2.25617 \times 10^{-9}$$

非球面：第 16 面

$$K=0.0, A_4=1.02677 \times 10^{-4}, A_6=1.82551 \times 10^{-5}, A_8=-1.97083 \times 10^{-6}, A_{10}=9.81276 \times 10^{-8}$$

非球面：第 17 面

$$K=0.0, A_4=-1.59462 \times 10^{-5}, A_6=4.76213 \times 10^{-6}, A_8=-2.24929 \times 10^{-7}, A_{10}=4.30948 \times 10^{-9}$$

第 1 群光学系 G1 と第 2 群光学系 G2 に一体化された絞り FA との間の間隔 D<sub>A</sub>、第 2 群光学系 G2 と第 3 群光学系 G3 との間の間隔 D<sub>B</sub>、そして第 3 群光学系 G3 と光学フィルタ OF との間の間隔 D<sub>C</sub> は、可変であり、これら可変間隔 D<sub>A</sub>～D<sub>C</sub> はズーミングに際して次表のように変化させられる。

【0111】

【表 12】

可変間隔

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	$f = 5.97$	$f = 10.05$	$f = 16.88$
D <sub>1</sub>	19.405	7.720	1.500
D <sub>2</sub>	3.699	8.423	18.227
D <sub>3</sub>	4.500	4.725	3.147

## 【0112】

また、この第6の実施例における先に述べた本発明の各条件式に係る数値は、次の通りとなり、各条件式の範囲内である。

条件式数値

$$(N_{22} - N_{23}) = 0.258$$

$$(\nu_{23} - \nu_{22}) = 37.5$$

$$((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y' = 1.80$$

$$(LP_N/L_2) = 0.538$$

図7～図9は、上述した第1の実施例に係る図1に示したズームレンズにおける球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差の収差曲線図を示しており、図7は、短焦点端における収差曲線図、図8は、中間焦点距離における収差曲線図、そして図9は、長焦点端における収差曲線図である。各収差曲線図中、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをあらわしている。

図10～図12は、上述した第2の実施例に係る図2に示したズームレンズにおける球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差の収差曲線図を示しており、図10は、短焦点端における収差曲線図、図11は、中間焦点距離における収差曲線図、そして図12は、長焦点端における収差曲線図である。この場合も、各収差曲線図中、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをあらわしている。

## 【0113】



図 1 3 ～ 図 1 5 は、上述した第 3 の実施例に係る図 3 に示したズームレンズにおける球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差の収差曲線図を示しており、図 1 3 は、短焦点端における収差曲線図、図 1 4 は、中間焦点距離における収差曲線図、そして図 1 5 は、長焦点端における収差曲線図である。この場合も、各収差曲線図中、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをあらわしている。

図 1 6 ～ 図 1 8 は、上述した第 4 の実施例に係る図 4 に示したズームレンズにおける球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差の収差曲線図を示しており、図 1 6 は、短焦点端における収差曲線図、図 1 7 は、中間焦点距離における収差曲線図、そして図 1 8 は、長焦点端における収差曲線図である。この場合も、各収差曲線図中、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをあらわしている。

図 1 9 ～ 図 2 1 は、上述した第 5 の実施例に係る図 5 に示したズームレンズにおける球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差の収差曲線図を示しており、図 1 9 は、短焦点端における収差曲線図、図 2 0 は、中間焦点距離における収差曲線図、そして図 2 1 は、長焦点端における収差曲線図である。この場合も、各収差曲線図中、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをあらわしている。

そして図 2 2 ～ 図 2 4 は、上述した第 6 の実施例に係る図 6 に示したズームレンズにおける球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差の収差曲線図を示しており、図 2 2 は、短焦点端における収差曲線図、図 2 3 は、中間焦点距離における収差曲線図、そして図 2 4 は、長焦点端における収差曲線図である。この場合も、各収差曲線図中、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをあらわしている。

これらの図 7 ～ 図 2 4 の収差曲線図によれば、上述した本発明の第 1 ～ 第 6 の実施例に係る図 1 ～ 図 6 に示した構成のズームレンズによれば、いずれも収差は良好に補正されあるいは抑制されていることがわかる。

#### 【 0 1 1 4 】

##### 〔第 7 の実施例〕

次に、上述した第1～第6の実施例に示されたような本発明に係るズームレンズを撮影光学系として採用してカメラを構成した本発明の第7の実施例について図25～図27を参照して説明する。図25は、物体、すなわち被写体側である前面側から見たカメラの外観を示す斜視図、図26は、撮影者側である背面側から見たカメラの外観を示す斜視図であり、図27は、カメラの機能構成を示すブロック図である。なお、ここでは、カメラについて説明しているが、いわゆるPDA（personal data assistant）や携帯電話機等の携帯情報端末装置にカメラ機能を組み込んだものが、近年登場している。このような携帯情報端末装置も外観は若干異にするもののカメラと実質的に全く同様の機能・構成を含んでおり、このような携帯情報端末装置に本発明に係るズームレンズを採用してもよい。

#### 【0115】

図25および図26に示すように、カメラは、撮影レンズ101、シャッターボタン102、ズームレバー103、ファインダ104、ストロボ105、液晶モニタ106、操作ボタン107、電源スイッチ108、メモリカードスロット109および通信カードスロット110等を備えている。さらに、図27に示すように、カメラは、受光素子201、信号処理装置202、画像処理装置203、中央演算装置（CPU）204、半導体メモリ205および通信カード等206も備えている。

カメラは、撮影レンズ101とCCD（電荷結合素子）撮像素子等のエリアセンサとしての受光素子201を有しており、撮影光学系である撮影レンズ101によって形成される撮影対象となる物体、つまり被写体、の像を受光素子201によって読み取るように構成されている。この撮影レンズ101としては、第1～第6の実施例において説明したような本発明に係る（すなわち請求項1～請求項9で定義される）ズームレンズを用いる（請求項10および請求項11に対応する）。

#### 【0116】

受光素子201の出力は、中央演算装置204によって制御される信号処理装置202によって処理され、デジタル画像情報に変換される。信号処理装置202によってデジタル化された画像情報は、やはり中央演算装置204によっ

て制御される画像処理装置 203 において所定の画像処理が施された後、不揮発性メモリ等の半導体メモリ 205 に記録される。この場合、半導体メモリ 205 は、メモリカードスロット 109 に装填されたメモリカードでもよく、カメラ本体に内蔵された半導体メモリでもよい。液晶モニタ 106 には、撮影中の画像を表示することもできるし、半導体メモリ 205 に記録されている画像を表示することもできる。また、半導体メモリ 205 に記録した画像は、通信カードスロット 110 に装填した通信カード等 206 を介して外部へ送信することも可能である。

#### 【0117】

撮影レンズ 101 は、カメラの携帯時には図 25 の (a) に示すように沈胴状態にあってカメラのボディー内に埋没しており、ユーザが電源スイッチ 108 を操作して電源を投入すると、図 25 の (b) に示すように鏡胴が繰り出され、カメラのボディーから突出する構成とする。このとき、撮影レンズ 101 の鏡胴の内部では、ズームレンズを構成する各群の光学系は、例えば短焦点端の配置となっており、ズームレバー 103 を操作することによって、各群光学系の配置が変更されて、長焦点端への変倍動作を行うことができる。なお、好ましくは、ファインダ 104 も撮影レンズ 101 の画角の変化に連動して変倍する。

多くの場合、シャッターボタン 102 の半押し操作により、フォーカシングがなされる。先に述べた第 1 ～ 第 6 の実施例に示されたような負－正－正の 3 群で構成されるズームレンズにおけるフォーカシングは第 1 群光学系 G1 または第 3 群光学系 G3 の移動、あるいは、受光素子 201 の移動によって行うことができる。シャッターボタン 102 をさらに押し込み全押し状態とすると撮影が行なわれ、その後に上述した通りの処理がなされる。

#### 【0118】

半導体メモリ 205 に記録した画像を液晶モニタ 106 に表示させたり、通信カード等 206 を介して外部へ送信させる際には、操作ボタン 107 を所定のごとく操作する。半導体メモリ 205 および通信カード等 206 は、メモリカードスロット 109 および通信カードスロット 110 等のような、それぞれ専用または汎用のスロットに装填して使用される。

上述のようなカメラまたは携帯情報端末装置には、既に述べた通り、第1～第6の実施例に示されたようなズームレンズを撮影光学系として使用することができる。したがって、300万画素～600万画素クラスの受光素子を使用した高画質で小型のカメラまたは携帯情報端末装置を達成することが可能となる。

#### 【0119】

上述した実施例に基づいて本発明を各請求項に対応して整理する。本発明の請求項1によるズームレンズは、

物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光学系からなり、

#### 【0120】

そして、前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズの屈折率を $N_{22}$ 、前記負メニスカスレンズに接合された前記正メニスカスレンズの屈折率を $N_{23}$ として、

条件式：

$$0.15 < (N_{22} - N_{23}) < 0.40$$

を満足する。

請求項1の構成によれば、十分に小型で且つ広画角でありながら、しかも高性能であり、300万～600万画素の撮像素子に対応した解像力を有するズームレンズを提供することができ、その結果、小型で、広画角で、高画質のカメラまたは携帯情報端末装置を実現することができる。

## 【0121】

本発明の請求項2によるズームレンズは、

請求項1のズームレンズにおいて、

前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズのアッベ数を $\nu_{22}$ 、該負メニスカスレンズに接合された前記正メニスカスレンズのアッベ数を $\nu_{23}$ として、

条件式：

$$25 < (\nu_{23} - \nu_{22}) < 50$$

を満足する。

## 【0122】

請求項2の構成によれば、色収差を一層良好に補正した、高性能なズームレンズを提供することができ、その結果、一層高画質のカメラまたは携帯情報端末装置を実現することができる。

## 【0123】

本発明の請求項3によるズームレンズは、

請求項1または請求項2のズームレンズにおいて、

前記第2群光学系における最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径を $r_{21F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズの物体側面の曲率半径を $r_{22F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率半径を $r_{22R}$ とし、そして、最大像高を $Y'$ として、

条件式：

$$1.40$$

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

$$< 2.20$$

を満足する。

## 【0124】

請求項3の構成によれば、主として像面湾曲を一層良好に補正した、高性能なズームレンズを提供することができ、その結果、画面周辺でも画質劣化が少なく

、一層高画質のカメラまたは携帯情報端末装置を実現することができる。

【0125】

本発明の請求項4によるズームレンズは、

請求項1～請求項3のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、

前記第2群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点から該第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の頂点までの距離を $L_{PN}$ 、前記第2群光学系の光軸方向についての厚みを $L_2$ として、

条件式：

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

を満足する。

【0126】

請求項4の構成によれば、球面収差、非点収差およびコマ収差をさらに良好に補正した、一層高性能なズームレンズを提供することができ、その結果、さらに高い解像力を有する高画質のカメラまたは携帯情報端末装置を実現することができる。

本発明の請求項5によるズームレンズは、

請求項1～請求項4のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、

前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、前記第2群光学系の全ての面の中で最も大きい。

【0127】

請求項5の構成によれば、単色収差と色収差のバランスが取れた、さらに高性能のズームレンズを提供することができ、その結果、画面周辺部でも色滲みの少ない高画質のカメラまたは携帯情報端末装置を実現することができる。

【0128】

本発明の請求項6によるズームレンズは、

請求項1～請求項5のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、

前記第2群光学系の最も物体側の面と最も像側の面が非球面である。

【0129】

請求項6の構成によれば、主として単色収差をさらに良好に補正した、一層高

性能のズームレンズを提供することができるため、画面全体にわたって一層高画質のカメラまたは携帯情報端末装置を実現することができる。

### 【0130】

本発明の請求項7によるズームレンズは、

物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光学系からなり、

### 【0131】

そして、前記第2群光学系における最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径を  $r_{21F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズの物体側面の曲率半径を  $r_{22F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率半径を  $r_{22R}$  とし、そして、最大像高を  $Y'$  として、

条件式：

$$1.40$$

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

$$< 2.20$$

を満足する。

### 【0132】

また、本発明の請求項8によるズームレンズは、

物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ

第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光学系からなり、

そして、前記第2群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点から該第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の頂点までの距離を $L_{PN}$ 、前記第2群光学系の光軸方向についての厚みを $L_2$ として、

条件式：

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

を満足する。

### 【0133】

さらに、本発明の請求項9によるズームレンズは、

物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、

短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、

前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光



学系からなり、

そして、前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、前記第2群光学系の全ての面の中で最も大きい。

【0134】

請求項7～請求項9の構成によれば、十分に小型で且つ広画角であって、しかも高性能であり、300万～600万画素の撮像素子に対応した解像力を有するズームレンズを実現することを可能とする他のそれぞれ異なる手段を提供することができ、小型で、広画角で、高画質のカメラまたは携帯情報端末装置を実現することができる。

【0135】

本発明の請求項10によるカメラは、撮影用光学系として、請求項1～請求項9のいずれか1項に記載のズームレンズを含む。

【0136】

請求項10の構成によれば、十分に小型で且つ広画角であって、しかも高性能であり、300万～600万画素の撮像素子に対応した解像力を有するズームレンズを撮影光学系として使用して、小型で、広画角で、高画質のカメラを提供ことができ、その結果、ユーザは携帯性に優れたカメラで高画質な画像を撮影することが可能となる。

本発明の請求項11による携帯情報端末装置は、カメラ機能部の撮影用光学系として、請求項1～請求項9のいずれか1項に記載のズームレンズを含む。

【0137】

請求項11の構成によれば、十分に小型で且つ広画角であって、しかも高性能であり、300万～600万画素の撮像素子に対応した解像力を有するズームレンズをカメラ機能部の撮影光学系として使用して、小型で高画質の携帯情報端末装置を提供ことができ、その結果、ユーザは携帯性に優れた携帯情報端末装置で高画質な画像を撮影し、その画像を外部へ送信するなどすることができる。

【0138】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ

第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系とを少なくとも配置し、且つ前記第2群光学系と一体に移動する絞りを有して、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第2群光学系は、像側から物体側へと単調に移動し、前記第1群光学系は、変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動する構成を用いて、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、十分な解像力を有するズームレンズ、カメラおよび携帯情報端末装置を提供することができる。

### 【0139】

すなわち本発明の請求項1のズームレンズによれば、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光学系からなり、そして、前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズの屈折率を $N_{22}$ 、前記負メニスカスレンズに接合された前記正メニスカスレンズの屈折率を $N_{23}$ として、

条件式：

$$0.15 < (N_{22} - N_{23}) < 0.40$$

を満足することにより、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系とを少なくとも配置し、且つ前記第2群光学系と一体に移動する絞りを有して、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第2群光学系は、像側から物体側へと単調に移動し、前記第1群光学系は、変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動する構成を用いて、十分に小型で且つ広画角を得ることができて、しかも高性能で、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得ることができる。

## 【0140】

また、本発明の請求項2のズームレンズによれば、請求項1のズームレンズにおいて、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズのアッベ数を $\nu_{22}$ 、該負メニスカスレンズに接合された前記正メニスカスレンズのアッベ数を $\nu_{23}$ として、

条件式：

$$25 < (\nu_{23} - \nu_{22}) < 50$$

を満足することにより、特に、色収差をより良好に補正して、さらに高性能とすることができる。

## 【0141】

本発明の請求項3のズームレンズによれば、請求項1または請求項2のズームレンズにおいて、前記第2群光学系における最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径を $r_{21F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズの物体側面の曲率半径を $r_{22F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率半径を $r_{22R}$ とし、そして、最大像高を $Y'$ として、

条件式：

$$1.40$$

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y' < 2.20$$

を満足することにより、特に、主として像面湾曲をさらに良好に補正して、一層高性能とすることができる。

## 【0142】

本発明の請求項4のズームレンズによれば、請求項1～請求項3のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記第2群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点から該第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の頂点までの距離を $L_{PN}$ 、前記第2群光学系の光軸方向についての厚みを $L_2$ として、

条件式：

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

を満足することにより、特に、球面収差、非点収差およびコマ収差をさらに良好に補正して、一層高性能とすることができる。

#### 【0143】

本発明の請求項5のズームレンズによれば、請求項1～請求項4のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、前記第2群光学系の全ての面の中で最も大きい構成により、特に、単色収差と色収差とのバランスをとり、一層高性能化することができる。

#### 【0144】

本発明の請求項6のズームレンズによれば、請求項1～請求項5のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記第2群光学系の最も物体側の面と最も像側の面が非球面である構成により、特に、主として単色収差をさらに良好に補正して、一層高性能とすることができる。

#### 【0145】

本発明の請求項7のズームレンズによれば、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光学系からなり、そして、前記第2群光学系における最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径を $r_{21F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズの物体側面の曲率半径を $r_{22F}$ 、前記第2群光学系における前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率半径を $r_{22R}$ とし、そして、最大像高を $Y'$ として、

条件式:

$$1.40$$

$$< ((1/r_{21F}) + (1/r_{22F}) + (1/r_{22R})) \times Y'$$

$$< 2.20$$

を満足することにより、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系とを少なくとも配置し、且つ前記第2群光学系と一体に移動する絞りを有して、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第2群光学系は、像側から物体側へと単調に移動し、前記第1群光学系は、変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動する構成を用いて、十分に小型で且つ広画角を得ることができて、しかも高性能であり、主として像面湾曲を良好に補正して、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得ることができる。

#### 【0146】

本発明の請求項8のズームレンズによれば、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光学系からなり、そして、前記第2群光学系の最も物体側の正レンズの物体側面の頂点から該第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の頂点までの距離を $L_{PN}$ 、前記第2群光学系の光軸方向についての厚みを $L_2$ として、

条件式:

$$0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

を満足することにより、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と

、正の焦点距離を持つ第2群光学系とを少なくとも配置し、且つ前記第2群光学系と一体に移動する絞りを有して、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第2群光学系は、像側から物体側へと単調に移動し、前記第1群光学系は、変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動する構成を用いて、十分に小型で且つ広画角を得ることができて、しかも高性能であり、球面収差、非点収差およびコマ収差を良好に補正して、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得ることができる。

#### 【0147】

本発明の請求項9のズームレンズによれば、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系と、正の焦点距離を持つ第3群光学系とを配置し、且つ前記第2群光学系の物体側に該第2群光学系と一体に移動する絞りを有しており、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が漸次小さくなり、前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が漸次大きくなるように、前記第1群光学系～前記第3群光学系が移動するズームレンズにおいて、前記第2群光学系が、物体側から順次、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、その負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、そして正レンズが配列されてなる3群4枚構成の光学系からなり、そして、前記第2群光学系の前記負メニスカスレンズと前記正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、前記第2群光学系の全ての面の中で最も大きい構成により、物体側から、順次、負の焦点距離を持つ第1群光学系と、正の焦点距離を持つ第2群光学系とを少なくとも配置し、且つ前記第2群光学系と一体に移動する絞りを有して、短焦点端から長焦点端への変倍に際して、前記第2群光学系は、像側から物体側へと単調に移動し、前記第1群光学系は、変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動する構成を用いて、十分に小型で且つ広画角を得ることができて、しかも高性能であり、単色収差と色収差とのバランスが良好で、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得ることができる。

#### 【0148】

そして、本発明の請求項10のカメラによれば、撮影用光学系として、請求項

1～請求項9のいずれか1項に記載のズームレンズを含むことにより、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得るズームレンズを撮影光学系として使用して、小型で且つ高画質を得ることができる。

#### 【0149】

また、本発明の請求項11の携帯情報端末装置によれば、カメラ機能部の撮影用光学系として、請求項1～請求項9のいずれか1項に記載のズームレンズを含む構成により、十分に小型で且つ広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、300万～600万画素の撮像素子に対応する解像力を得るズームレンズをカメラ機能部の撮影光学系として使用して、小型で且つ高画質を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の第1の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を模式的に示す光軸に沿った断面図を示している。

##### 【図2】

本発明の第2の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を模式的に示す光軸に沿った断面図を示している。

##### 【図3】

本発明の第3の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を模式的に示す光軸に沿った断面図を示している。

##### 【図4】

本発明の第4の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を模式的に示す光軸に沿った断面図を示している。

##### 【図5】

本発明の第5の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を模式的に示す光軸に沿った断面図を示している。

##### 【図6】

本発明の第6の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を模式的に示す光軸

に沿った断面図を示している。

【図 7】

図 1 に示す本発明の第 1 の実施例によるズームレンズの短焦点端における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図 8】

図 1 に示す本発明の第 1 の実施例によるズームレンズの中間焦点距離における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図 9】

図 1 に示す本発明の第 1 の実施例によるズームレンズの長焦点端における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図 10】

図 2 に示す本発明の第 2 の実施例によるズームレンズの短焦点端における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図 11】

図 2 に示す本発明の第 2 の実施例によるズームレンズの中間焦点距離における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図 12】

図 2 に示す本発明の第 2 の実施例によるズームレンズの長焦点端における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図 13】

図 3 に示す本発明の第 3 の実施例によるズームレンズの短焦点端における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図 14】

図 3 に示す本発明の第 3 の実施例によるズームレンズの中間焦点距離における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図 15】

図 3 に示す本発明の第 3 の実施例によるズームレンズの長焦点端における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図 16】



図4に示す本発明の第4の実施例によるズームレンズの短焦点端における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図17】

図4に示す本発明の第4の実施例によるズームレンズの中間焦点距離における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図18】

図4に示す本発明の第4の実施例によるズームレンズの長焦点端における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図19】

図5に示す本発明の第5の実施例によるズームレンズの短焦点端における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図20】

図5に示す本発明の第5の実施例によるズームレンズの中間焦点距離における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図21】

図5に示す本発明の第5の実施例によるズームレンズの長焦点端における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図22】

図6に示す本発明の第6の実施例によるズームレンズの短焦点端における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図23】

図6に示す本発明の第6の実施例によるズームレンズの中間焦点距離における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図24】

図6に示す本発明の第6の実施例によるズームレンズの長焦点端における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図25】

本発明の第7の実施例に係るカメラの外観構成を模式的に示す物体側から見た斜視図であり、(a)は撮影レンズがカメラのボディー内に沈胴埋没している状

態、(b)は撮影レンズがカメラのボディーから突出している状態を示している。

【図26】

図25のカメラの外観構成を模式的に示す撮影者側から見た斜視図である。

【図27】

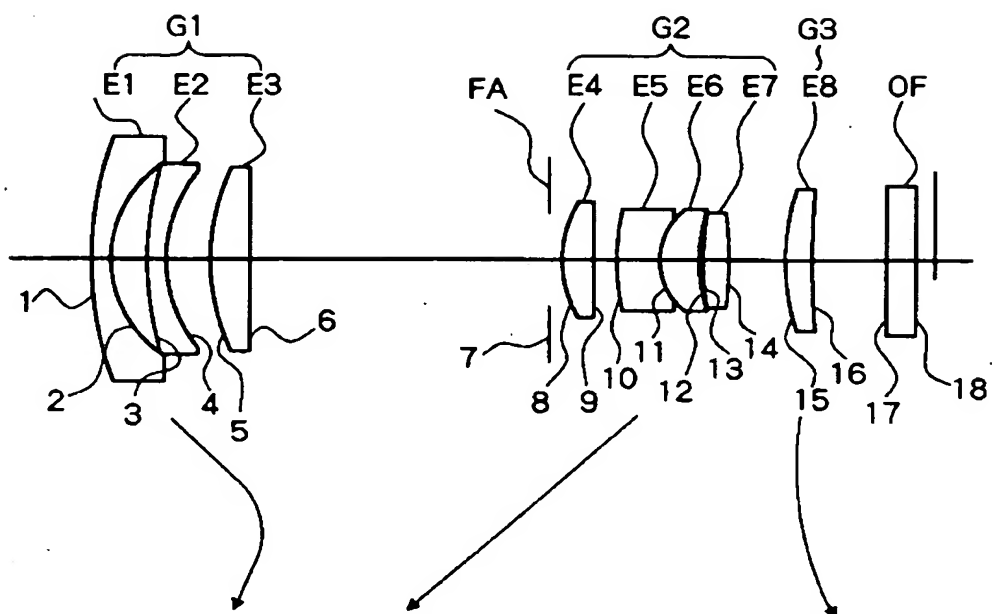
図25のカメラの機能構成を模式的に示すブロック図である。

【符号の説明】

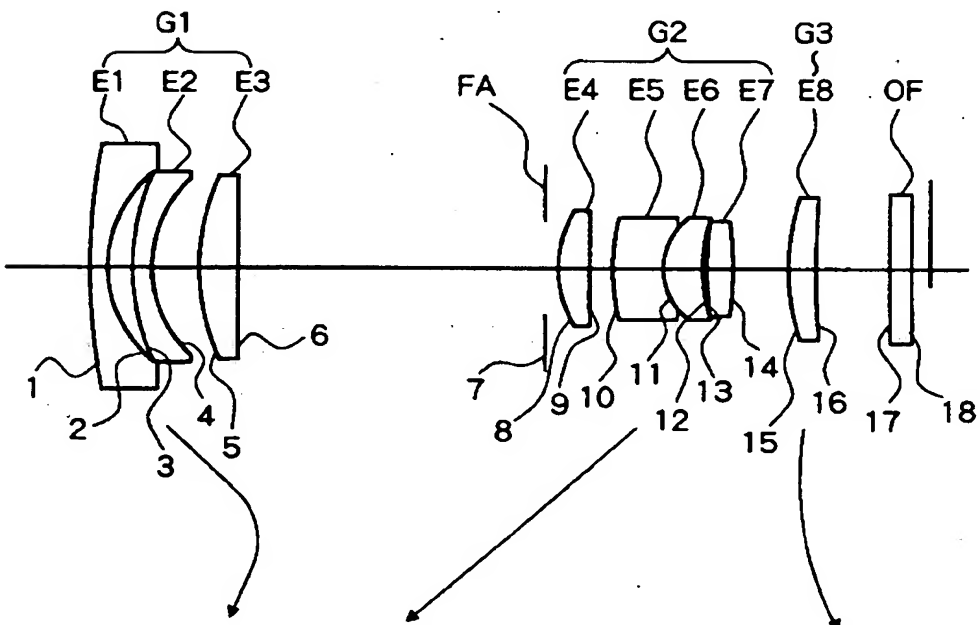
- G1 第1群光学系
- G2 第2群光学系
- G3 第3群光学系
- E1～E9 レンズ
- FA 絞り
- OF 各種光学フィルタ
- 101 撮影レンズ
- 102 シャッターボタン
- 103 ズームレバー
- 104 ファインダ
- 105 ストロボ
- 106 液晶モニタ
- 107 操作ボタン
- 108 電源スイッチ
- 109 メモリカードスロット
- 110 通信カードスロット
- 201 受光素子 (エリアセンサ)
- 202 信号処理装置
- 203 画像処理装置
- 204 中央演算装置 (CPU)
- 205 半導体メモリ
- 206 通信カード等

【書類名】 図面

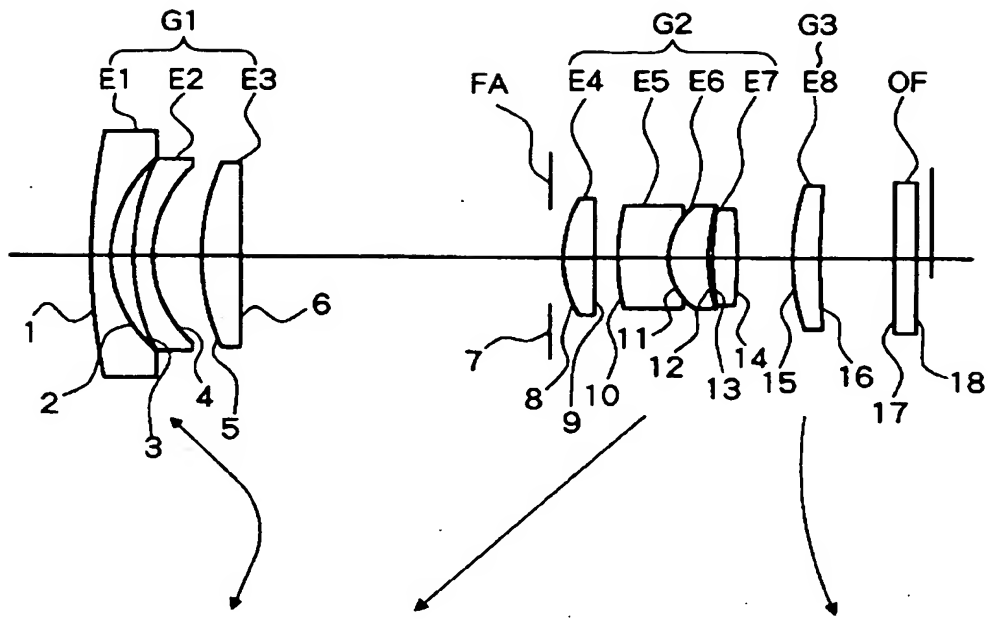
【図 1】



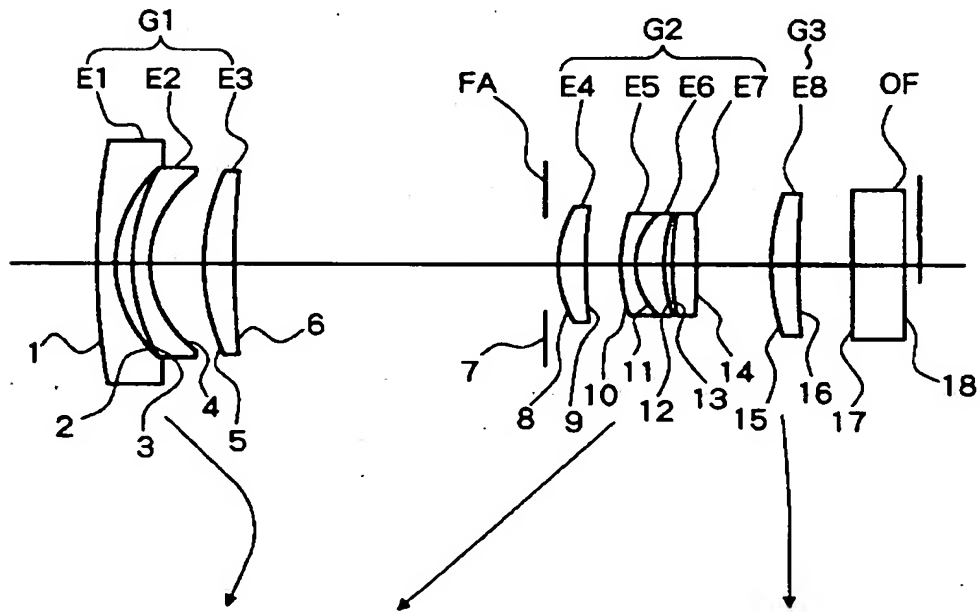
【図 2】



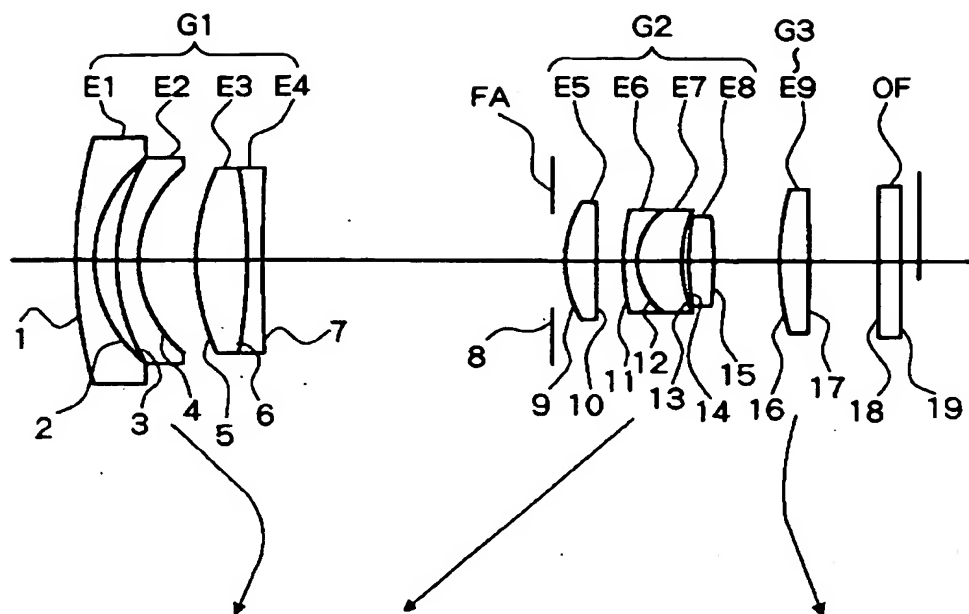
【図 3】



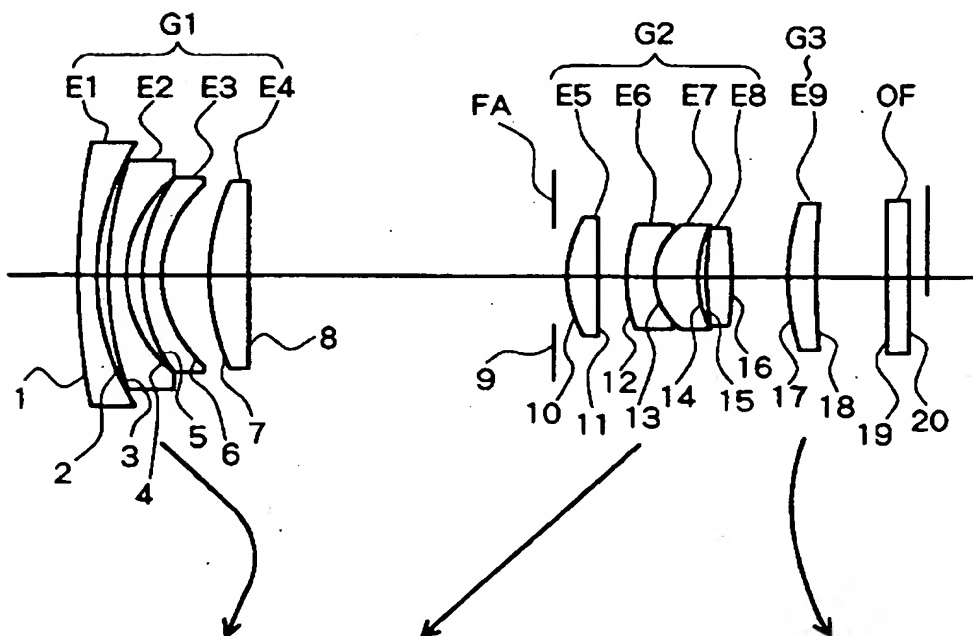
【図 4】



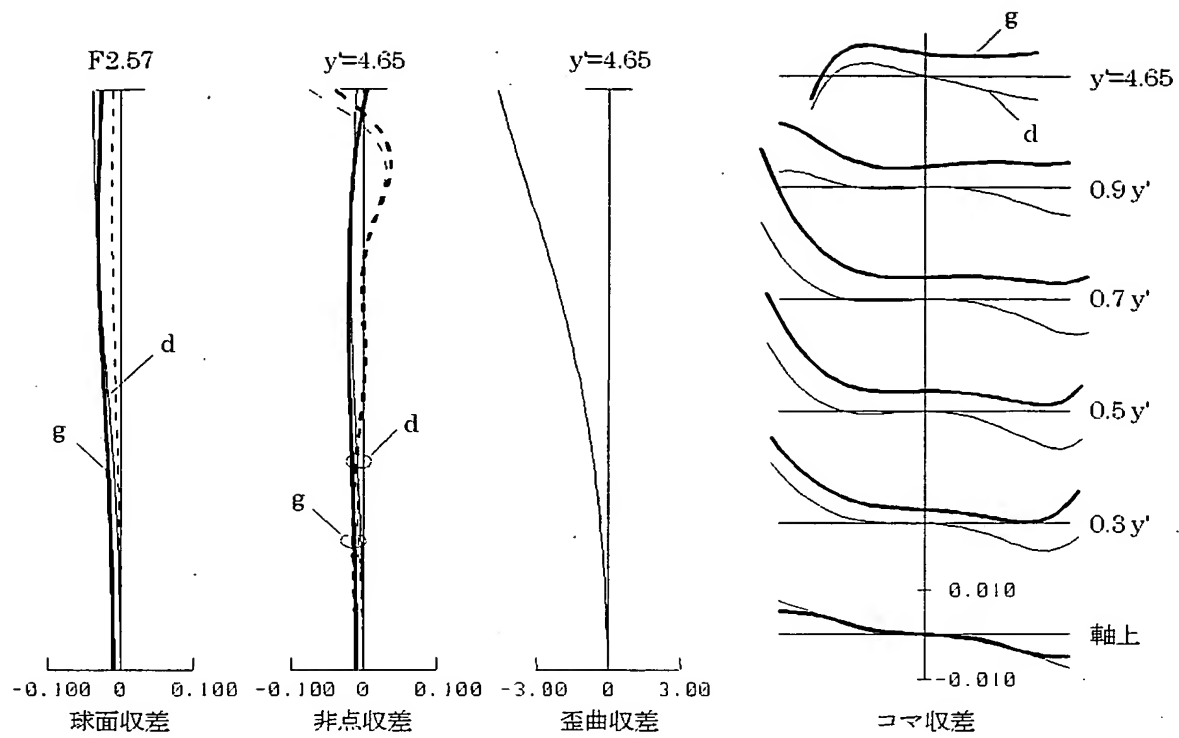
【図5】



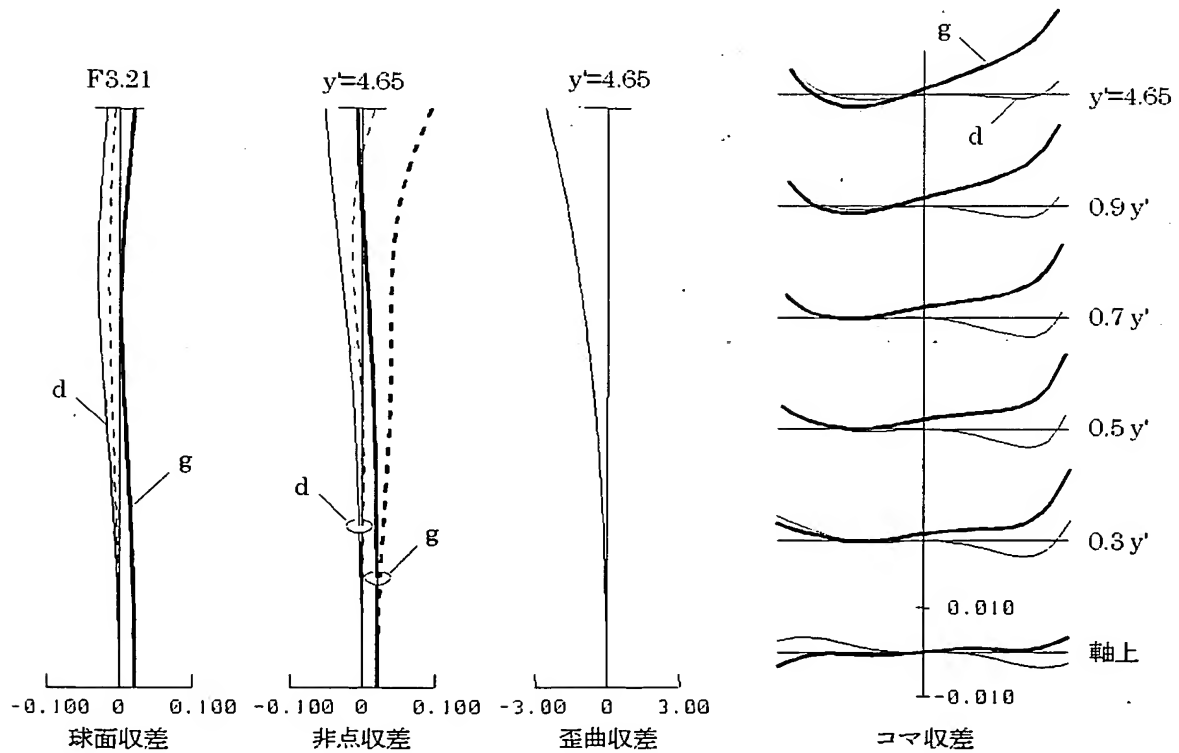
【図6】



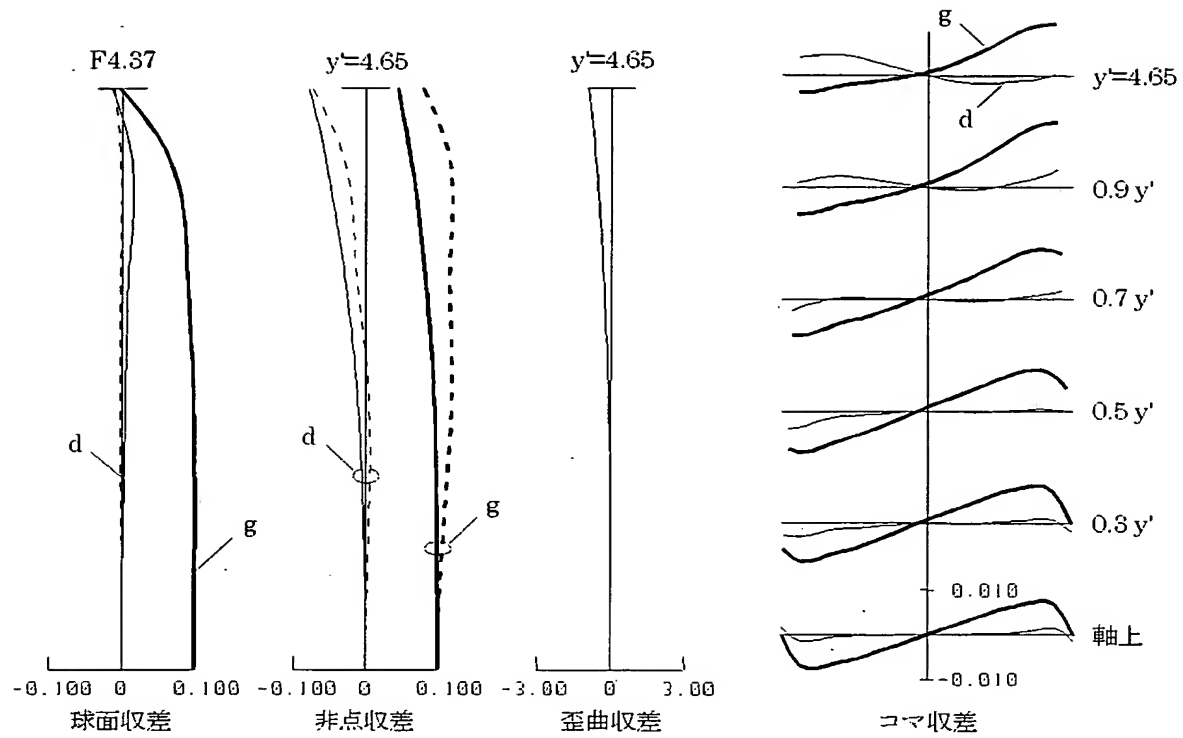
【図 7】



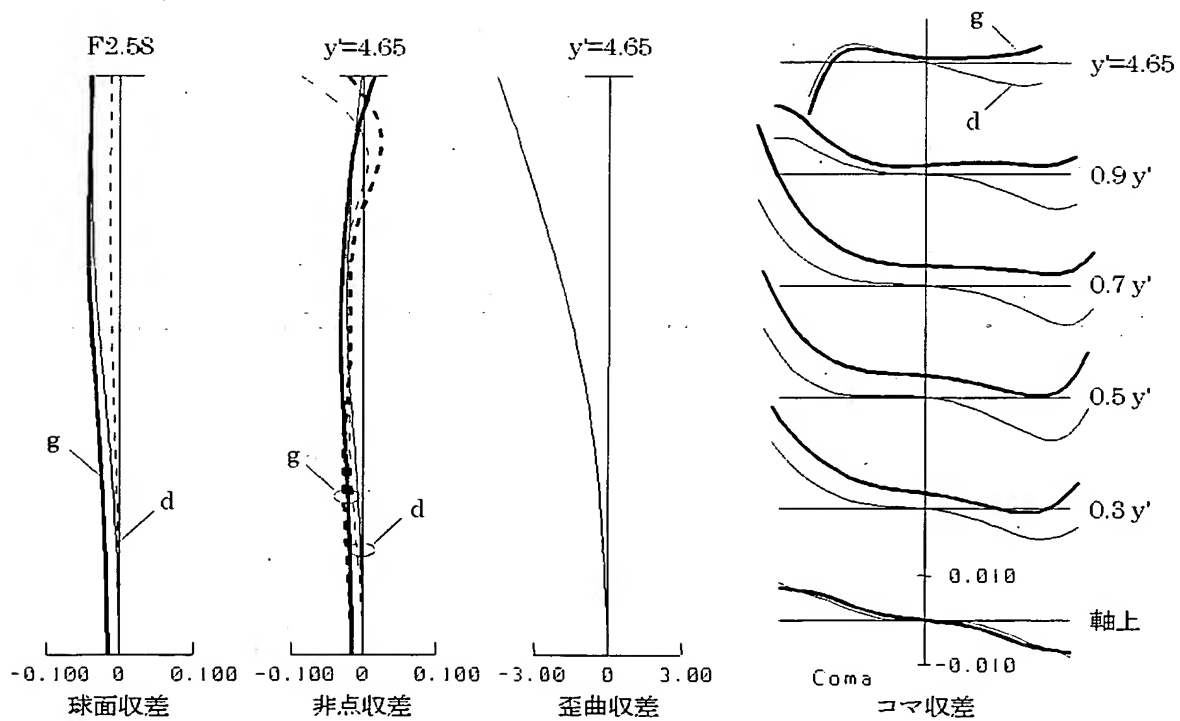
【図 8】



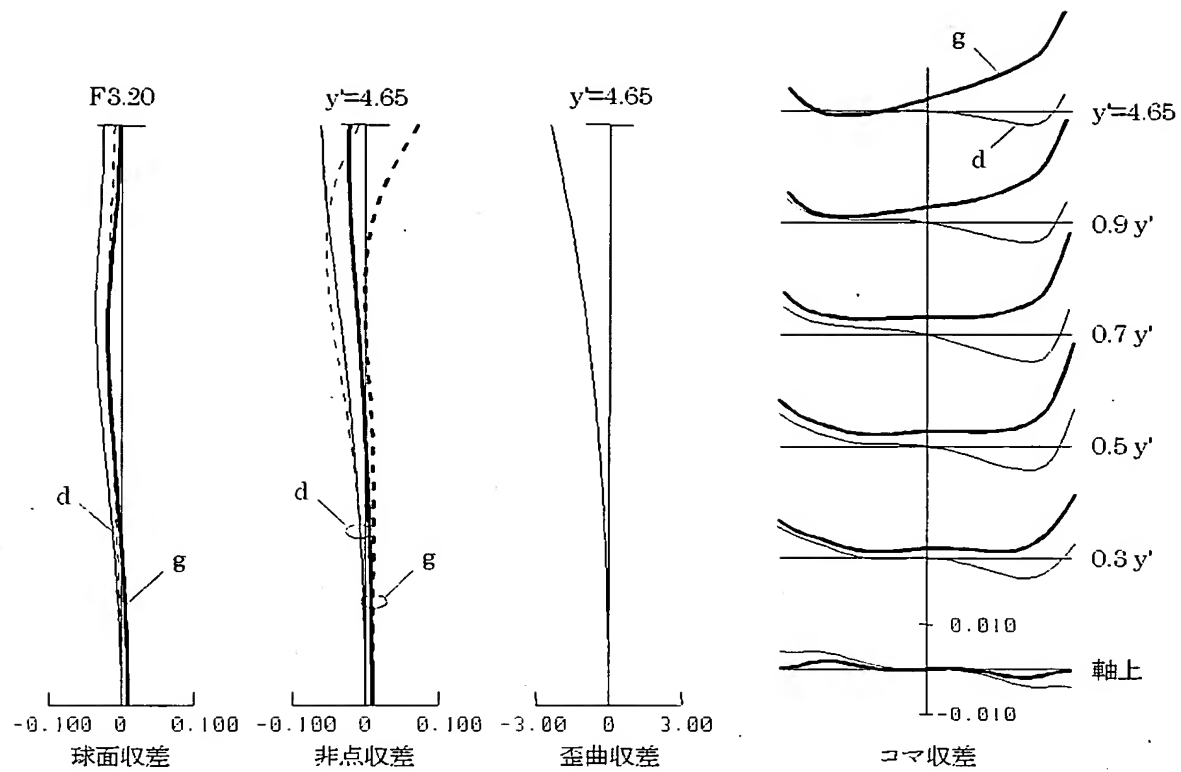
【図 9】



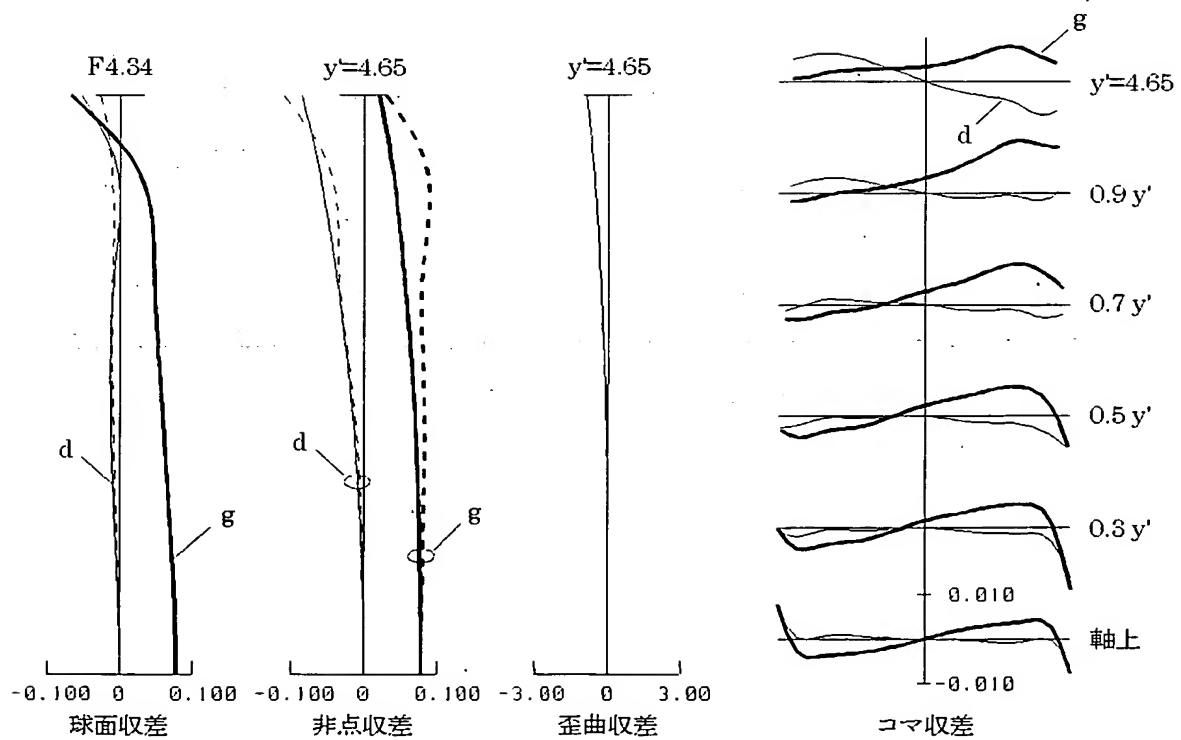
【図 10】



【図11】

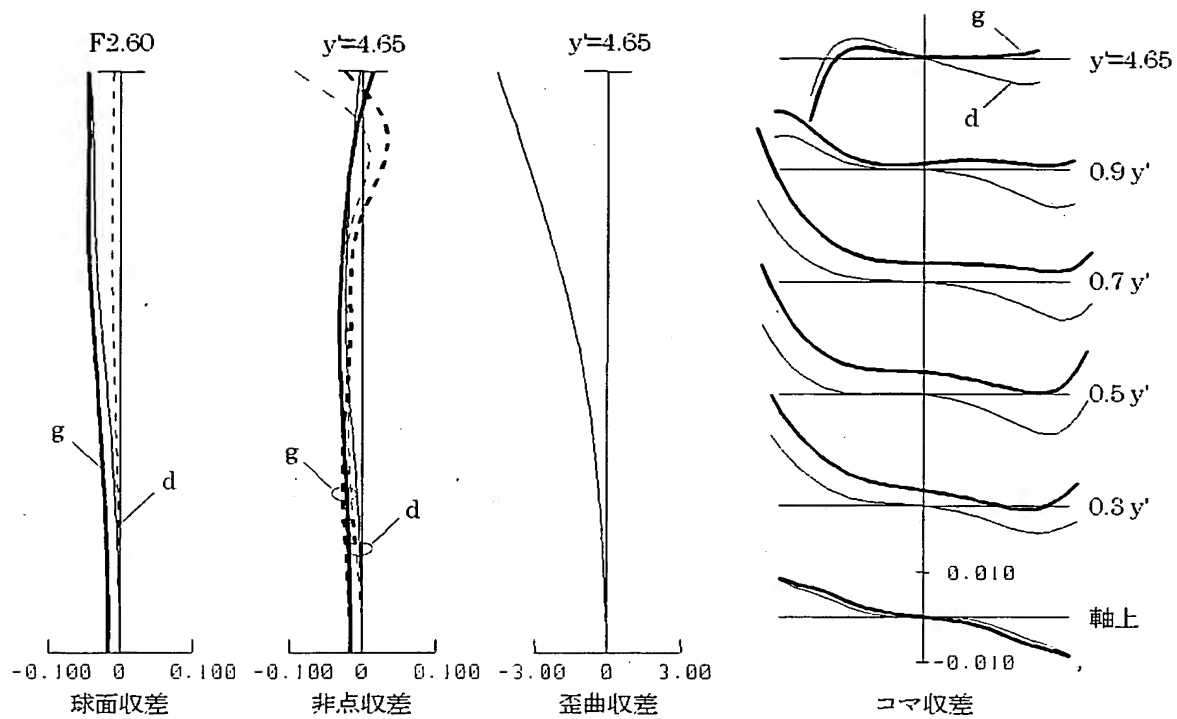


【図12】

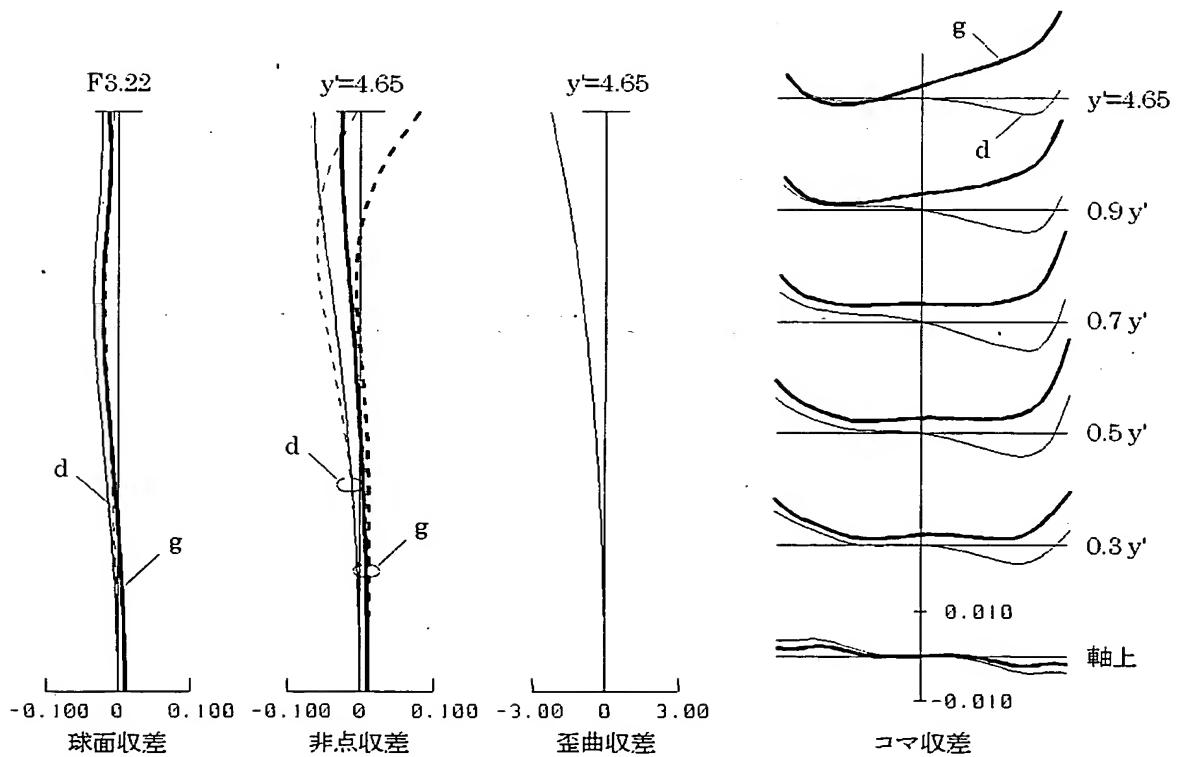




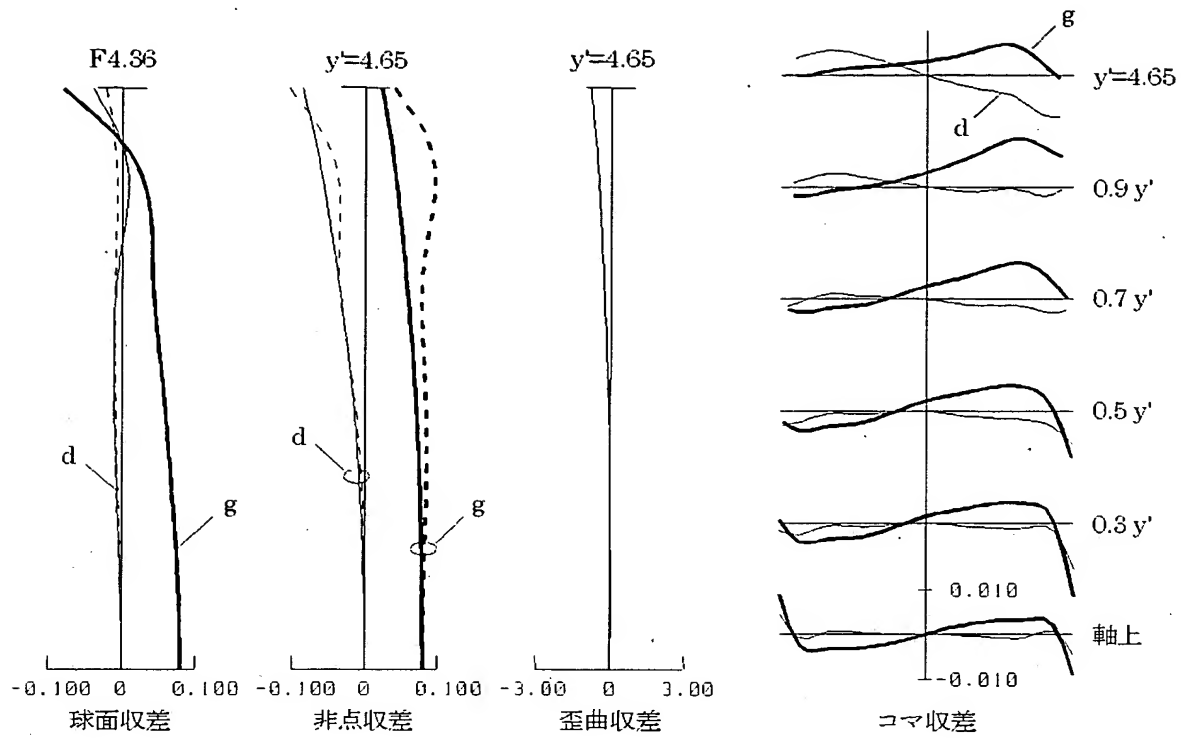
【図 13】



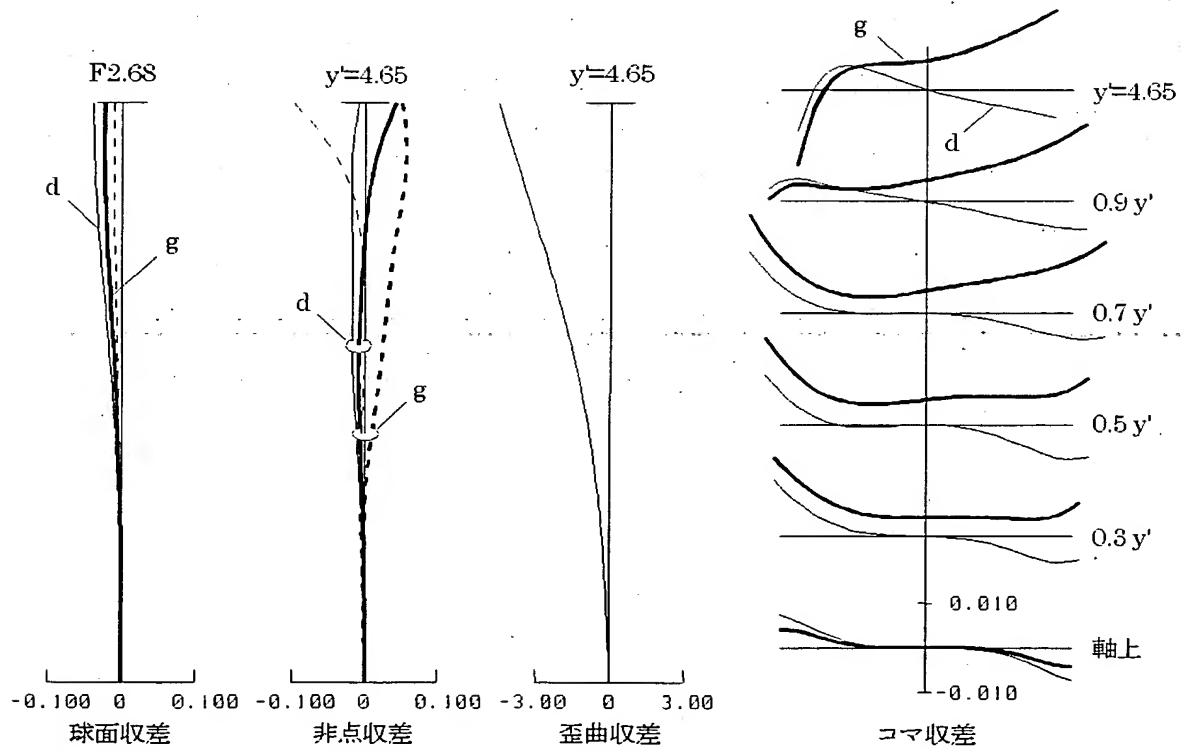
【図 14】



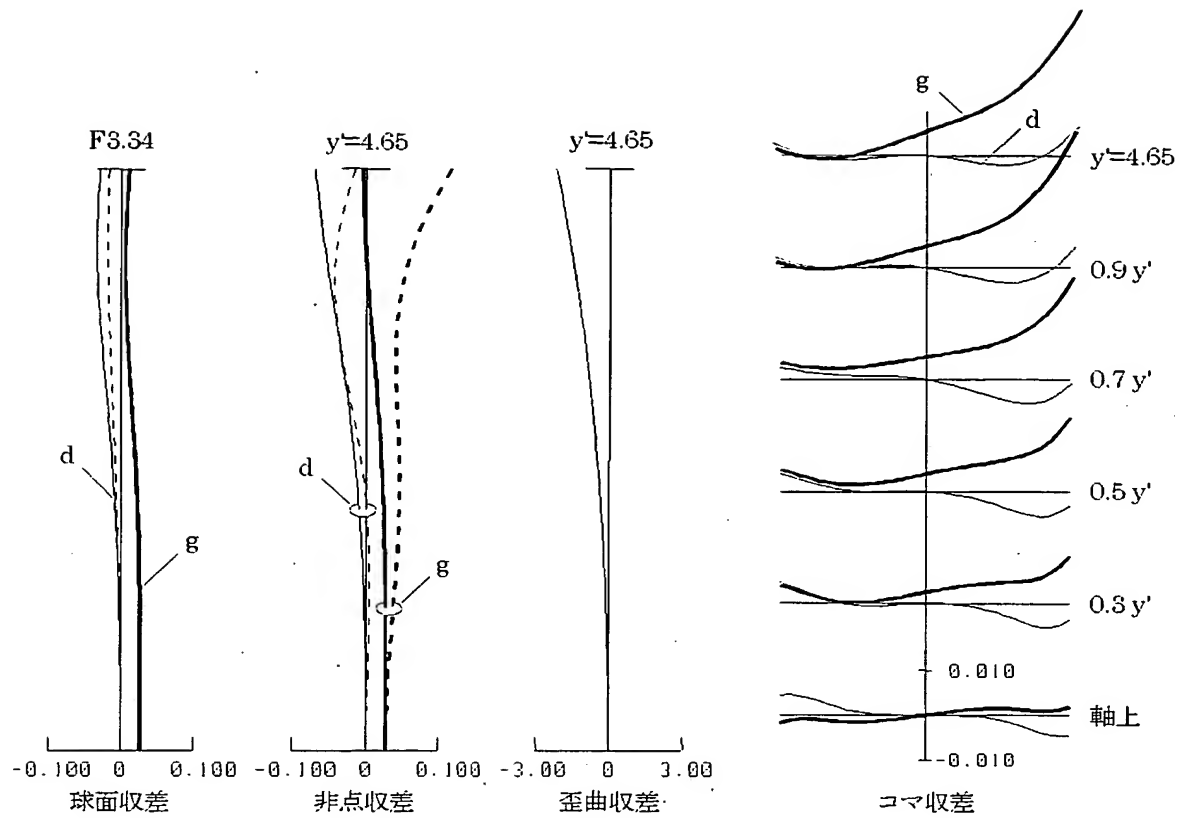
【図15】



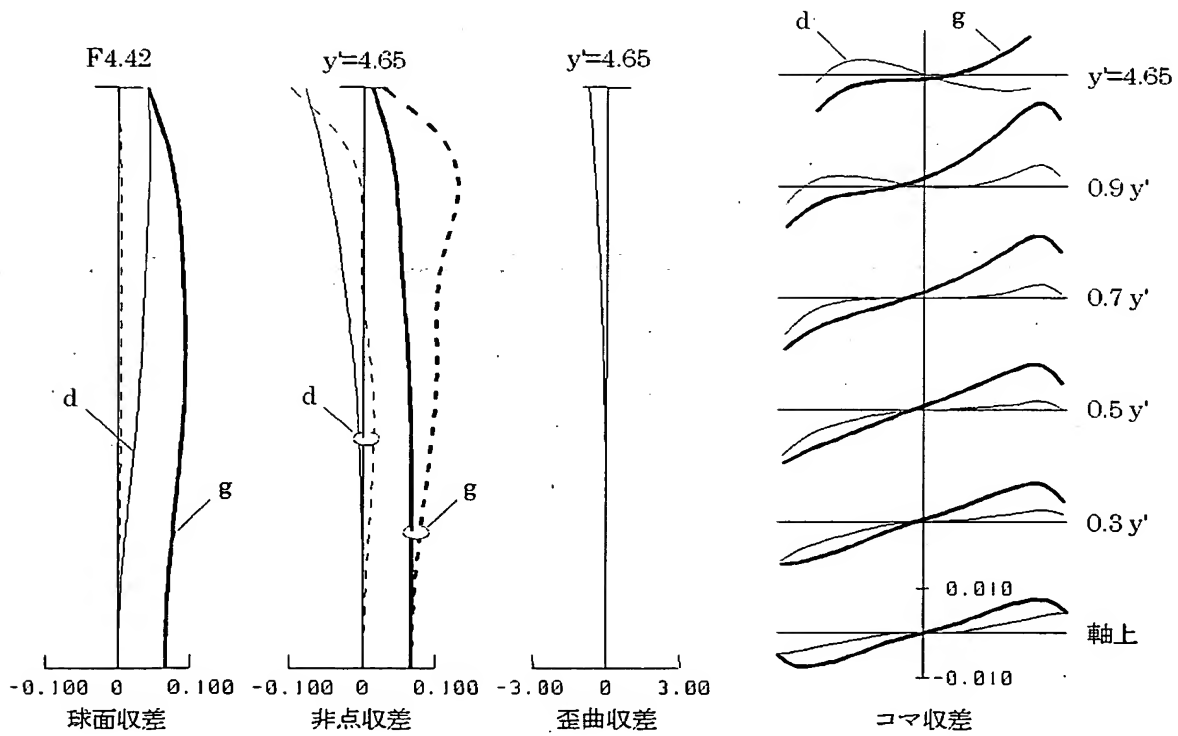
【図16】



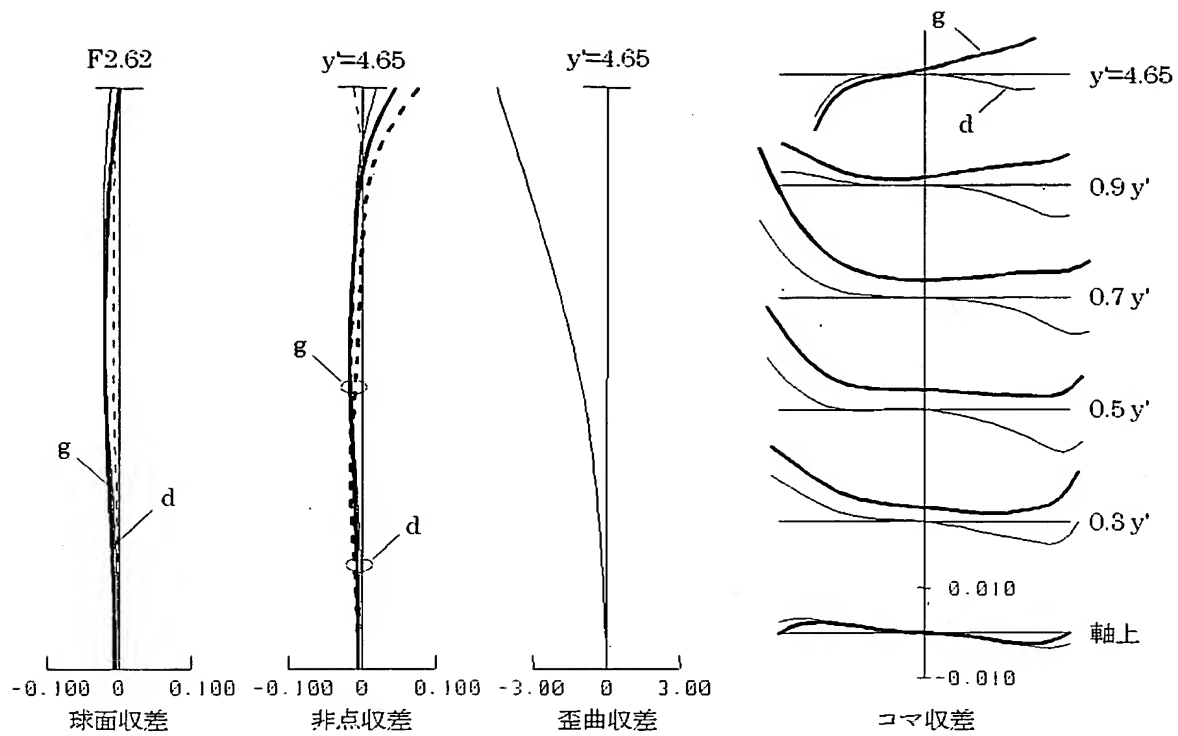
【図 17】



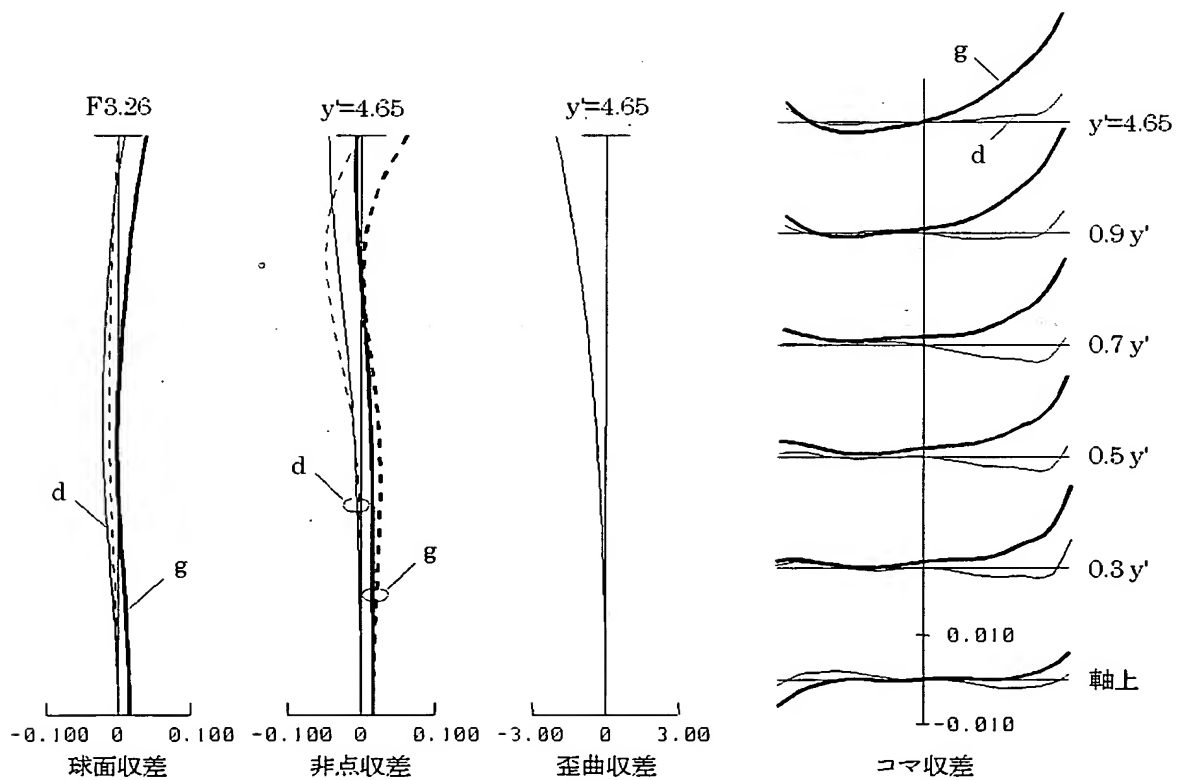
【図 18】



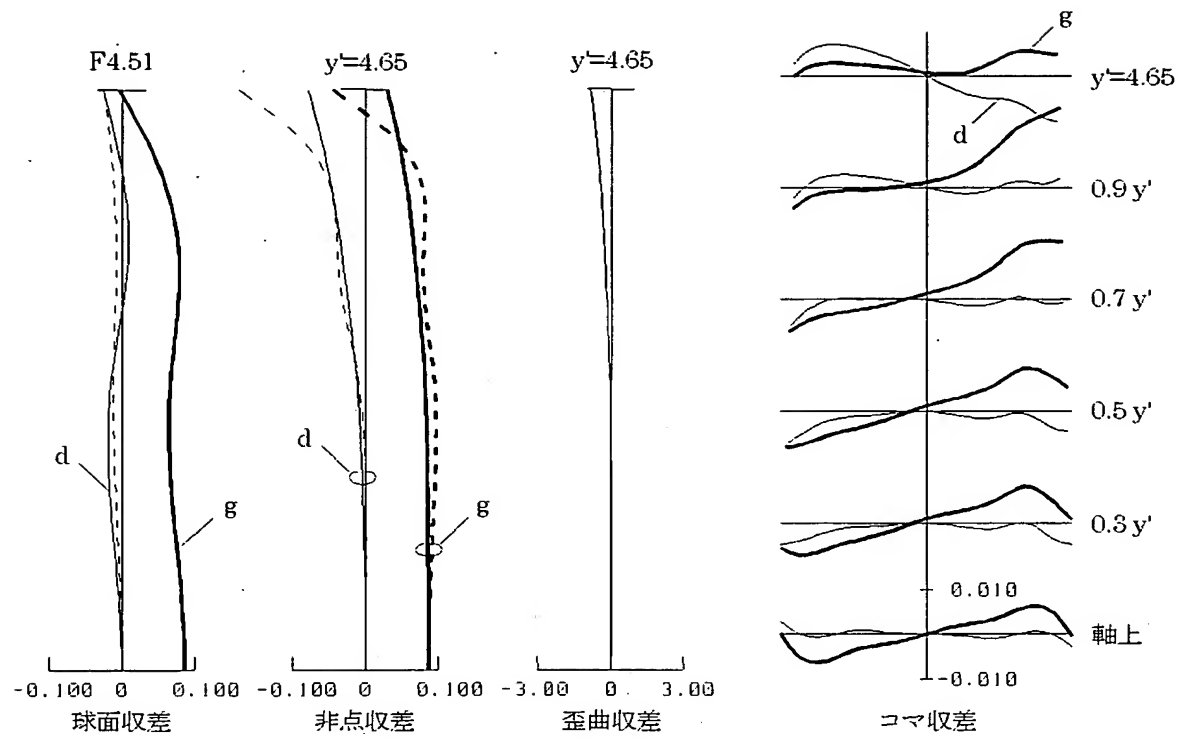
【図 19】



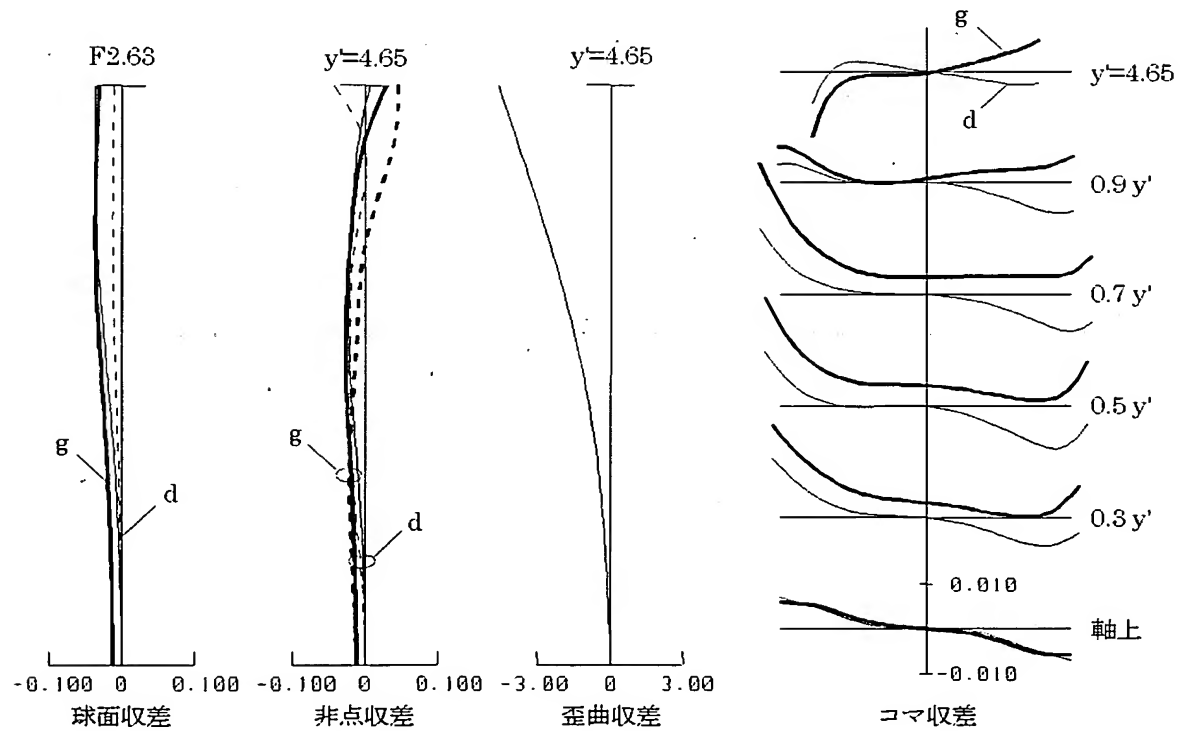
【図 20】



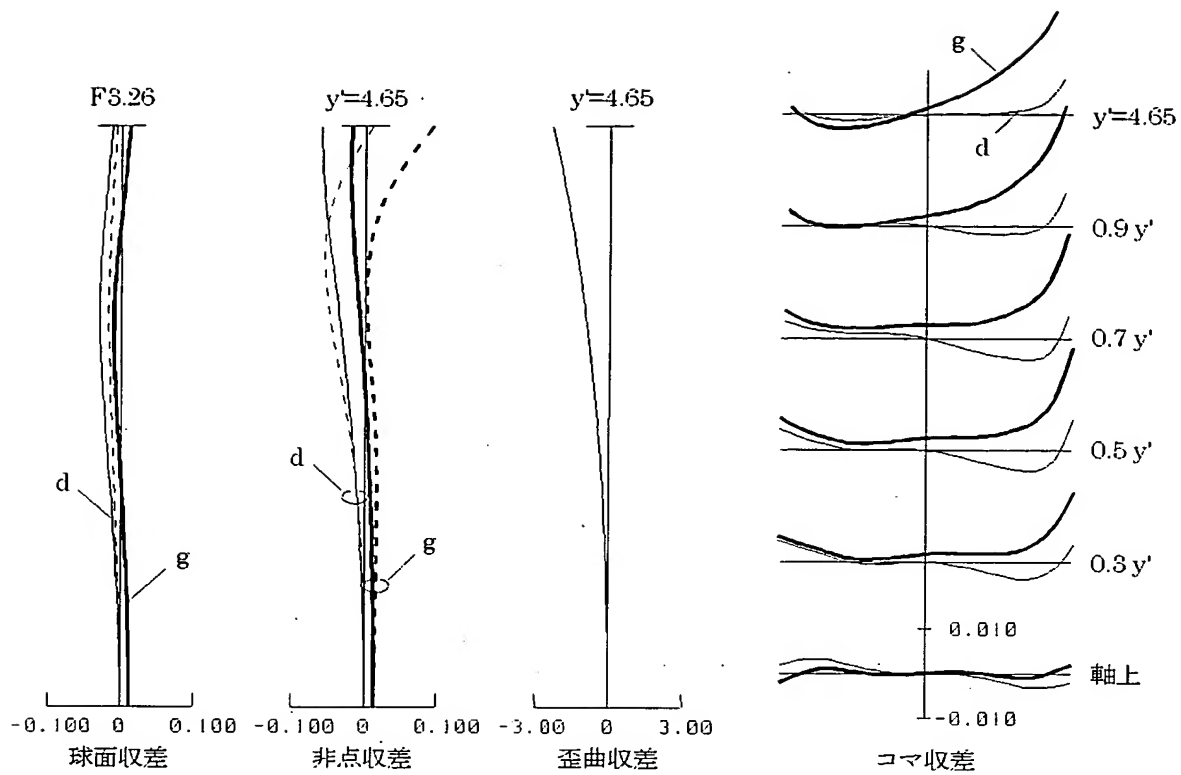
【図 2 1】



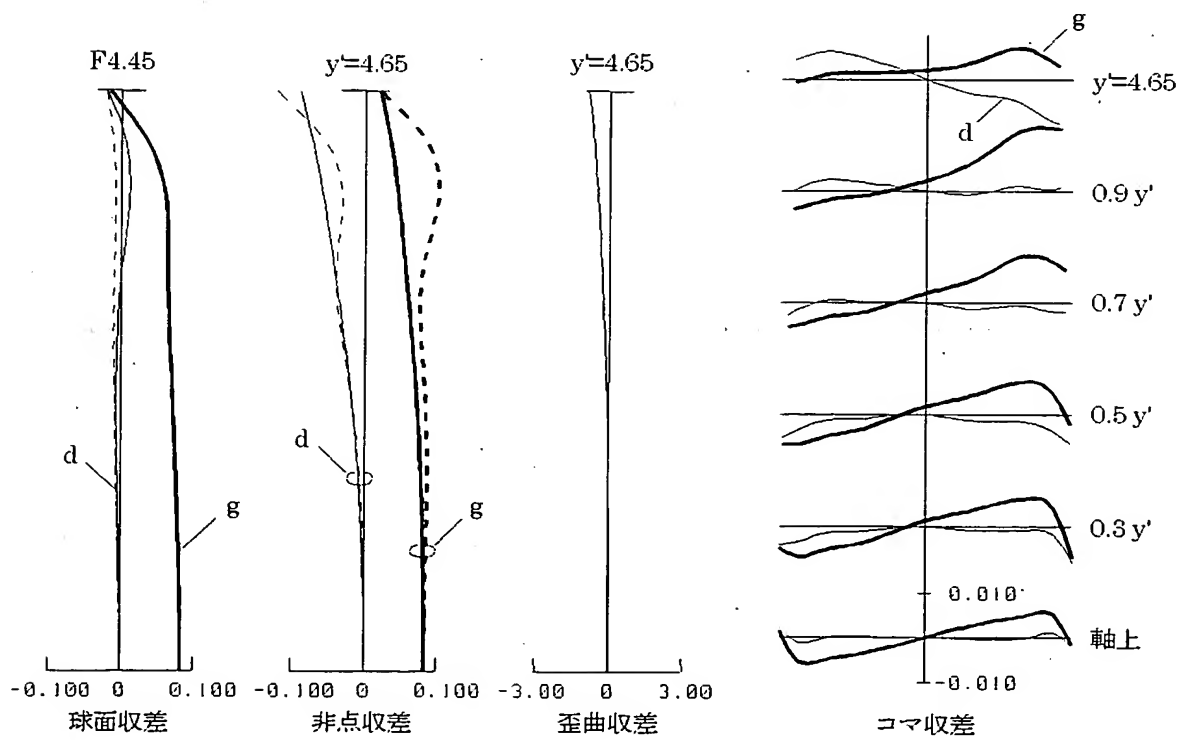
【図 2 2】



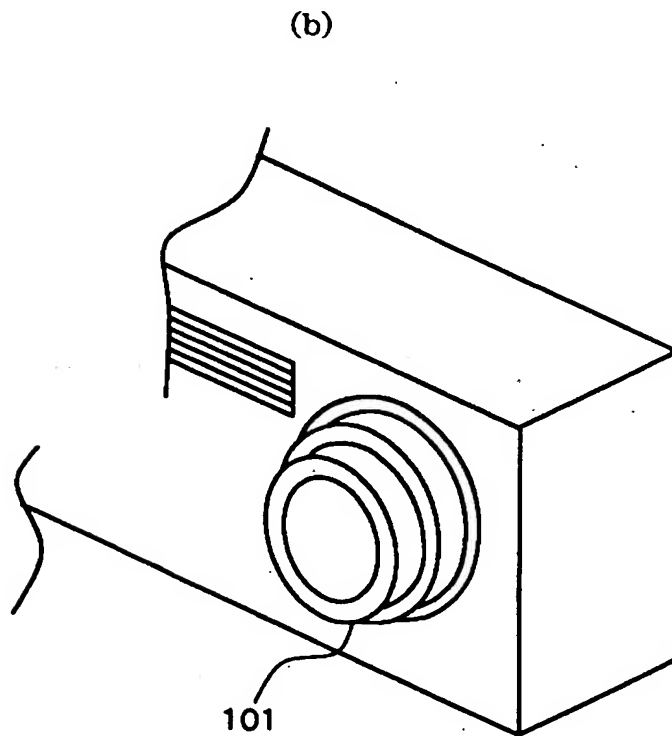
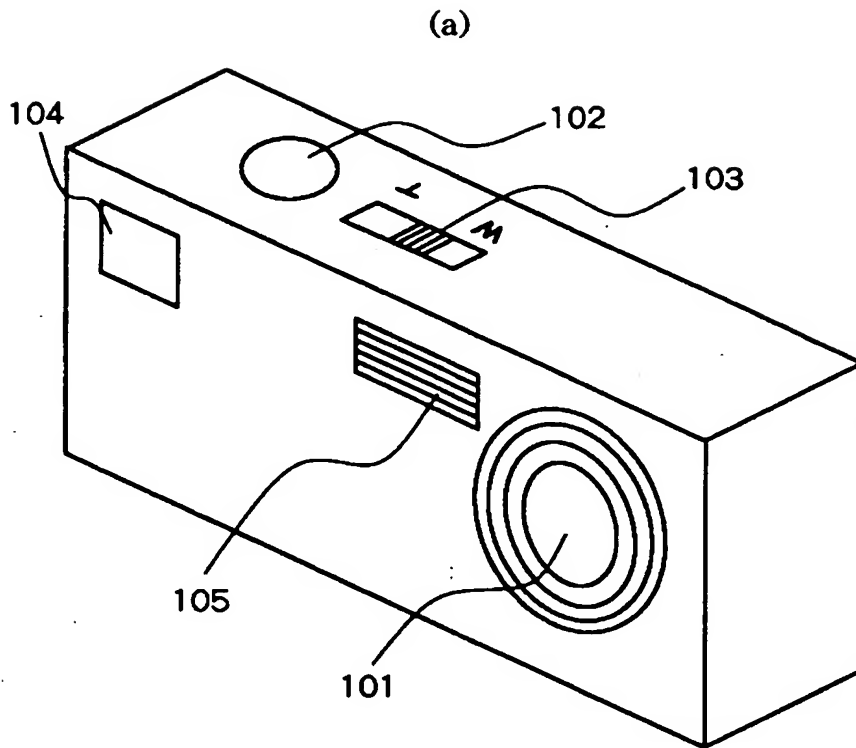
【図 2 3】



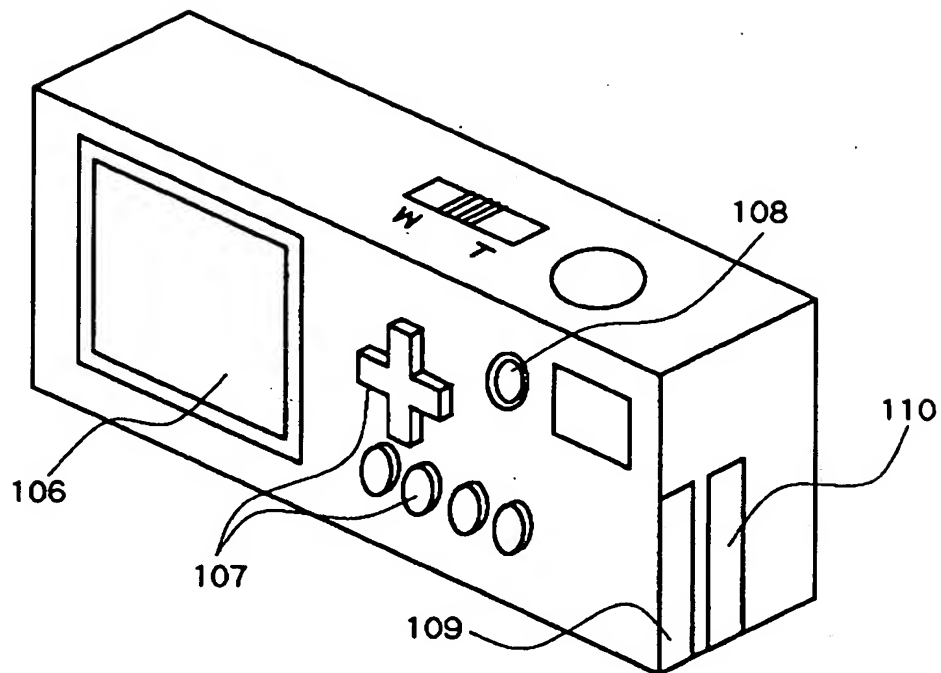
【図 2 4】



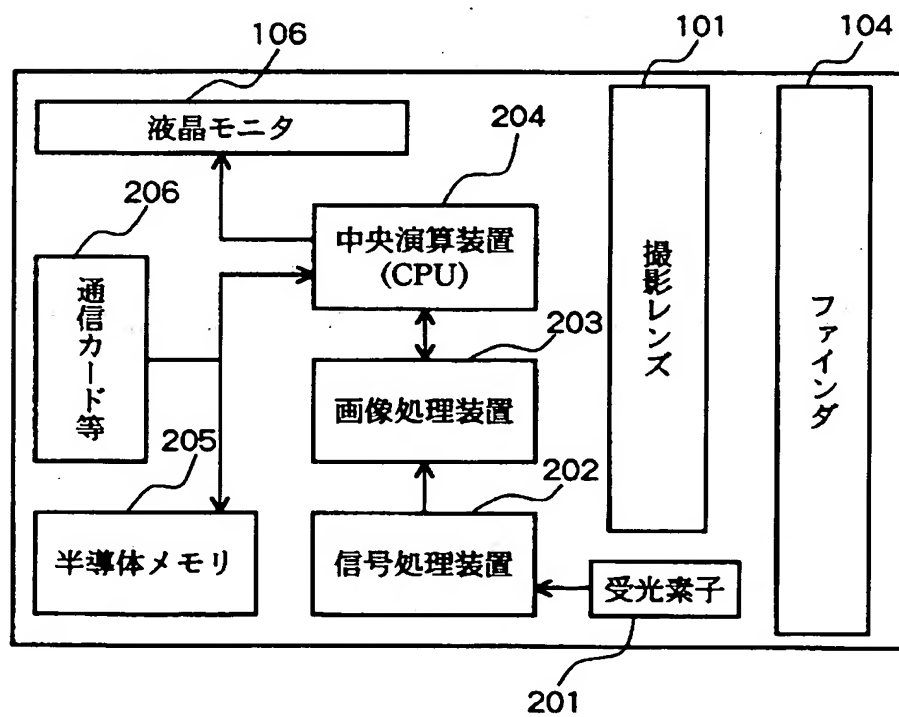
【図 25】



【図 26】



【図 27】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 十分に小型で、広画角を得ることが可能で、しかも高性能であり、充分な解像力を有するズームレンズを実現する。

【解決手段】 負のパワーの第1群光学系G1と、正のパワーの第2群光学系G2と、正のパワーの第3群光学系G3とを物体側から順次配置し、且つ第2群光学系G2の物体側に一体に移動する絞りFAを設ける。短焦点端から長焦点端への変倍に際して、第1群光学系G1と第2群光学系G2との間隔が漸次小さく、第2群光学系G2と第3群光学系G3との間隔が漸次大きくなるように移動させる。第2群光学系G2は、正レンズE4、負メニスカスレンズE5、その負メニスカスレンズE5に接合された正メニスカスレンズE6、そして正レンズE7が物体側から順次配列された3群4枚構成である。負メニスカスレンズE5の屈折率を $N_{22}$ 、正メニスカスレンズE6の屈折率を $N_{23}$ として、

$$0.15 < (N_{22} - N_{23}) < 0.40$$

を満足する。

【選択図】 図1

特願 2002-320584

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006747]

1. 変更年月日

2002年 5月17日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

氏 名

株式会社リコー

